



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Audiovisuaalisten elementtien luominen robottisolun ja OpenLab:n VR- ja AR-ympäristöön

Santeri Rantanen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Konetekniikka
Koneautomaatio



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Koneautomaatio

RANTANEN, SANTERI:

Audiovisuaalisten elementtien luominen robottisolun ja OpenLab:n VR- ja AR-ympäristöön

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Huhtikuu 2018

Opinnäytetyö toteutettiin Tampereen ammattikorkeakoulun Tuotantotekniikan laboratoriolle. Laboratorion tarkoituksena on kehittää OpenLab-tilan opetusympäristöä ja yritysasiakkaille tarjottavaa palvelua VR- ja AR-tekniikoilla. Tämän työn tarkoitus on luoda kyseiselle laboratoriolle audiovisuaalisia elementtejä robottisolun ja OpenLab:n VR- ja AR-ympäristöön käyttäen Unity-pelimoottoria.

Työn aluksi tutkittiin, millaisia virtuaalitodellisuutta ja lisättyä todellisuutta hyödyntäviä laitteistoja on olemassa ja millaisia käyttömahdollisuuksia niillä on. Lisäksi pohdittiin lisätyn todellisuuden haasteita yrityskäytössä. Työ eteni tutkimalla, kuinka on mahdollista yhdistää skannattu tila ja CAD-malli VR-sovellukseen Unity-pelimoottorilla sekä kuinka luoda pelimoottorilla toimiva AR-applikaatio, jossa CAD-malli on käsiteltävissä todellisessa maailmassa.

Työ toteutettiin luomalla valmiit opetuskäyttöön ja jatkokehitykseen tarkoitetut VR- ja AR-ympäristöt, joissa käytetään Matterportin 3D-kameralla kuvattua tilaa sekä laboratorion robottisolua ja robottisolun osia. VR-maailma luotiin laboratoriolle valmiina oleville VR-laseille, kun taas AR-maailma luotiin uutena osana OpenLab-ympäristöä käytettäväksi Microsoftin HoloLensseillä.

Työn johtopäätöksenä on, että Unity-pelimoottorilla VR-ympäristön kehitys on luontevaa ja Unity on tähän tarkoitukseen käyttökelpoinen. Unity soveltuu kuitenkin AR-tekniikan kehitykseen ainoastaan pienten objektien käsittelyyn HoloLensseillä. HoloLensseille AR-maailman kehittämiseen kannattaa käyttää Unityn sijasta muita ohjelmistoja, jotka on luotu erityisesti CAD-mallien ja animaatioiden siirtoon HoloLenssiin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Machine Automation

RANTANEN SANTERI:

Creating Audiovisual Elements for the VR and AR Environments of a Robot Cell and OpenLab

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 1 page
April 2018

This thesis was made for Production Engineering laboratory of Tampere University of Applied Sciences. The object of the laboratory is to develop their OpenLab teaching environment and their services for business customers with VR and AR technologies. The purpose of the thesis itself was to create audiovisual elements to the VR and AR environments of a robot cell and OpenLab using the Unity game engine.

The research started with analyzing which of the various devices that utilize virtual and augmented realities could be used and what kind of possible uses they have. The challenges of the use of augmented reality in corporations were also considered in the analysis. After that, an examination was conducted on how to combine scanned space and a CAD model in the VR application using Unity, as well as how to create functional AR application where a CAD model can be handled in the real world.

In this thesis the finished VR and AR environments were created for teaching purpose and future research. This was carried out by using the scanned space which was created with the Matterport 3D camera and robot cell of Production Engineering laboratory. The virtual reality environment was designed for VR glasses that the laboratory already owns, and the augmented reality component was created as a new part of OpenLab environment to be used with Microsoft HoloLens glasses.

As a conclusion I can be said that the Unity game engine is functional and suitable for creating VR environments. However, Unity is suitable only for handling small objects in AR technique development for HoloLens glasses. When developing the AR environment, using other software is recommendable because there is software which are better suited for transferring CAD models and animations to HoloLens.

Key words: virtual reality, augmented reality, vr, ar, unity, hololens

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ERILAISET VIRTUAALIMAAILMAT JA NIIDEN KÄYTTÖ SEKÄ LISÄTYN TODELLISUUDEN HAASTEET YRITYSKÄYTÖSSÄ	7
2.1	Yhdistetty todellisuus	7
2.1.1	Virtuaalitodellisuus	7
2.1.2	Lisätty todellisuus	10
2.2	Lisätyn todellisuuden haasteet yrityskäytössä	11
3	UNITY-PELIMOOTTORI.....	13
3.1	Sovellus.....	13
3.2	Ominaisuudet	13
4	KÄYTETTÄVÄ LAITTEISTO	15
4.1	Matterport Pro 3D-kamera.....	15
4.2	Microsoft HoloLens	15
4.2.1	HoloLenssien toiminta	17
5	SKANNATUN TILAN JA CAD-MALLIN YHDISTÄMINEN VR-YMPÄRISTÖÖN	18
5.1	Käyttötarkoitus.....	18
5.2	Toteutus	18
6	HOLOGRAFINEN APPLIKAATIO HOLOLENSSEILLE.....	27
6.1	Käyttötarkoitus.....	27
6.2	Toteutus	27
7	LISÄTYN TODELLISUUDEN APPLIKAATIO	36
7.1	Työohjeen tarkoitus	36
7.2	Työohje AR-applikaation tekoon, jossa operoidaan robottisolun osien kanssa.....	36
8	VIRTUAALITODELLISUUDEN APPLIKAATIO.....	41
8.1	Työohjeen tarkoitus	41
8.2	Työohje VR-applikaation tekoon, jossa toimitaan robottisolun kanssa skannatussa tilassa	41
9	POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET	51
	Liite 1. Vaihekaavio Unity projektin teosta	51

LYHENTEET JA TERMIT

AR = Augmented Reality (Lisätty todellisuus)

VR = Virtual Reality (Virtuaalitodellisuus)

MR = Mixed Reality (Yhdistetty todellisuus)

3D = Three Dimension (Kolmiulotteisuus)

HD = High Definition (Teräväpiirto)

HMD = Head-mounted display (Päähän asetettavat näytöt). VR-lasit lukeutuvat näihin.

Unity = Pelimoottori

Wi-Fi = Langaton lähiverkkotekniikka

HPU = Holographic Processing Unit (Holografinen prosessointi yksikkö)

CAD = Computer Aided Design (Tietokoneavusteinen suunnittelu)

TAMK = Tampereen ammattikorkeakoulu

UI = User Interface (Käyttöliittymä)

UX = User Experience (Käyttökokemus)

obj = Objekti tiedostomuoto

step = 3D-malli tiedostomuoto

fbx = 3D-animaatio ohjelmistoille sovitettu tiedostomuoto

GitHub = Verkkosivusto, joka tarjoaa ohjelmisto kehittäjille alustan jakaa ohjelmistojaan

Renderointi = Kuvan, videon, animaation tai äänen prosessointimenetelmä

VRTK = Virtual Toolkit on MIT lisenssin alainen open source koodi paketti

HoloToolkit= Microsoftin oma MIT lisenssin alainen open source koodi paketti

TransformKit = MIT lisenssin alainen open source koodi paketti

.NET = Microsoftin kehittämä ohjelmistokomponenttikirjasto

sln = Visual Studio Solution tiedostomuoto

Steam = Valve Corporationin kehittämä videopelien jakelu-, moninpeli- ja viestintäalusta

Autodesk 3Ds Max = Ohjelmisto 3D-mallinnukseen, animointiin, renderointiin ja visualisointiin

SolidWorks = 3D-mallinnusohjelmisto

IP-osoite = Internetin protokollaosoite eli numerosarja, jota käytetään verkkosovittimien yksilöimiseen

1 JOHDANTO

Tekniikan kehittyessä pyritään löytämään erilaisia ratkaisuja asioiden visualisoimiseen ja siihen kuinka nykyisiä töitä voitaisiin helpottaa sekä avustaa. Tätä varten on kehitetty esimerkiksi VR- ja AR-laseja. Ensimmäisenä kynnyksenä oli luoda virtuaalilasit, joilla ihminen pääsee osaksi virtuaalimaailmaa. Tekniikan kehittyessä luotiin MR-tekniikka eli yhdistetty todellisuus, johon kuuluu isolta osaltaan AR-tekniikka eli lisätty todellisuus, joka mahdollistaa virtuaalisten objektien lisäämisen katsojan omaan todellisuuteen ikään kuin hologrammeina. VR-laseista on luotu myös laseja, joilla voidaan liikkua virtuaalimaailmassa ja lisätä tähän maailmaan erillisiä lisätyn todellisuuden objekteja, esimerkiksi tietokoneen sovelluksia.

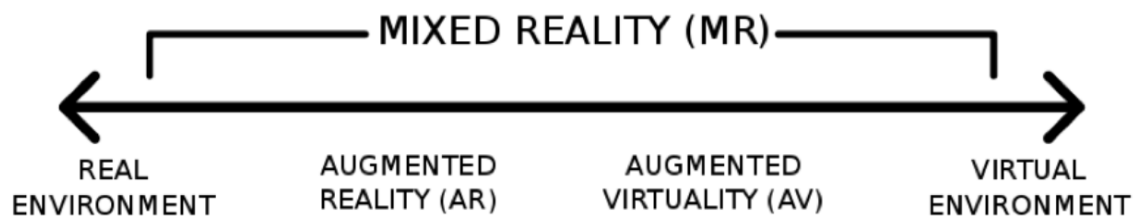
Yritykset kehittävät itselleen tapoja käyttää virtuaalimaailmaa hyväksi omissa prosesseissaan. Esimerkiksi teollisuusrobottia voidaan ohjata virtuaalisesti. Virtuaalimaailmalla on teollisuudessa monenlaisia käyttömahdollisuuksia. Aiemmin on voitu vain silmällä kartoittaa tila tuotteelle ja mallintaa tuote koneella tai käsin. Lisätyn todellisuuden laseilla voidaan kehittää ja testata omia luomuksia esimerkiksi tarkastelemalla 3D-malleja virtuaalisesti tilassa, johon ne on suunniteltu; näin voidaan kartoittaa mallinnetun tuotteen käyttömahdollisuudet tilassa. AR-lasit voidaan saada myös oppimaan vikoja ja neuvoamaan asentajia työtehtävissä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa ja testata mahdollisuus yhdistää pelimootorin avulla 3D-skannattuun tilaan 3D-malli robottisolusta VR-laseilla käytettäväksi sekä luoda robottisolun osista sovellus, jota voidaan käyttää Microsoftin kehittämällä HoloLens AR-laseilla. Aluksi työssä perehdytään lähemmin siihen, mitä eri virtuaalimaailmoilla voidaan tehdä sekä pohditaan näiden merkitystä ja käyttökohteita teollisuudessa. Työssä käydään läpi vaiheita virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden sovelluksen tekemisestä sekä käsitellään mitä näiden kehittäminen vaatii. Työssä perehdytään myös tarkemmin Microsoftin HoloLens laseihin sekä Matterport Pro 3D-kameraan. Valmiin työn tarkoituksena on toimia osana Tampereen ammattikorkeakoulun Tuotantotekniikan laboratorion opetustekniikkaa sekä virtuaalimallina, jolla yritys asiakkaat voivat tarkastella robottisolun asemointia omaan tilaansa.

2 ERILAISET VIRTUAALIMAAILMAT JA NIIDEN KÄYTTÖ SEKÄ LISÄ- TYN TODELLISUUDEN HAASTEET YRITYSKÄYTÖSSÄ

2.1 Yhdistetty todellisuus

Yhdistetty todellisuus (engl. Mixed Reality) yhdistää parhaat puolet virtuaalitodellisuudesta ja lisätystä todellisuudesta. Paul Milgram (1994) on kuvannut jatkumon todellisen ja virtuaaliympäristön välille (Milgram, P. Kishino F. 1994, 2-4), johon kuuluu augmented reality, augmented virtuality ja muut yhdistetyt konfiguraatiot. Yhdistetyn todellisuuden ympäristössä käyttäjä voi navigoida sekä todellisessa että virtuaalisessa ympäristössä yhtä aikaa. Yhdistetyssä todellisuudessa virtuaaliset objektit ankkuroidaan käyttäjän todelliseen maailmaan, jossa niiden kanssa voidaan olla vuorovaikutuksessa. (Reality Technologies 2016.)



KUVIO 1. Paul Milgramin reality-virtuality continuum

2.1.1 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus (engl. Virtual Reality) on määritelty ympäristön elektroniseksi simulaatioksi, joka koetaan päähän asetettavien lasien ja langallisen vaatetuksen avulla mahdollistaen käyttäjän vuorovaikutuksen realistisessa kolmiulotteisessa tilanteessa (Coates 1992, Steuerin 1993, 5 mukaan.)¹

Virtuaalitodellisuutta on kolmea tyyppiä: Non-immersive, Semi-immersive ja Fully-immersive. Non-immersive simulaatio on vähiten mukaansatempaava osa virtuaalitodelli-

¹ Virtual Reality is electronic simulations of environments experienced via head mounted eye goggles and wired clothing enabling the end user to interact in realistic three-dimensional situations. (Coates 1992.)

suusteknologiaa. Tässä simulaatiossa vain osa käyttäjän aisteista on stimuloituina mahdollistaen käyttäjän näkevän simulaation ulkopuolisen todellisuuden. Käyttäjä on kolmiulotteisessa virtuaaliympäristössä näytön välityksellä esimerkiksi tietokonepeliä pelaessa. Semi-immersive simulaatio on non-immersive simulaatiota hieman mukaansatempaavampi. Tässä simulaatiossa käyttäjä on osittain mukana virtuaaliympäristössä. Semi-immersive simulaatio muistuttaa ja käyttää samoja teknologioita kuin lentosimulaatio. Fully-immersive simulaatio on simulaatio tyypeistä mukaansatempaavin. Tässä simulaatiossa käytetään päähän asetettavia näyttöjä (HMD) ja liikkeen tunnistavia laitteita stimuloimaan käyttäjän kaikkia aisteja. (Reality Technologies 2016.)

Pelit ovat virtuaalisimulaatioita, jotka on virtuaalitodellisuus lasien kehittämisen jälkeen voitu siirtää lasille pelattavaksi, jolloin henkilö pääsee keskelle pelin maailmaa. VR-laseilla (kuva 1; kuva 2) virtuaalitodellisuus luodaan kahdella näytöllä, jotka on asetettu kummallekin silmälle, jolloin saadaan luotua syvyyttä ja 3D-vaikutelma. Näyttöissä kummassakin on sama kuva, mutta eri kulmista (kuva 3). Aivot yhdistävät näyttöjen kuvat kolmiulotteiseksi vaikutelmaksi. (Tieteen Kuvalehti 2016.) Microsoft on kehittänyt omat VR-lasit nimellä Windows Mixed Reality (kuva 2). Käytännössä lasit ovat VR-lasit, joissa on yhdistetty lisätyn todellisuuden hologrammeja virtuaalimaailmaan. Laseilla päästään virtuaaliseen huvilaan, jossa voidaan lisätä hologrammeja ja Windows sovelluksia ympäri huvilaa.



KUVA 1. HTC Vive (kuva: HTC Corporation 2011-2018)



KUVA 2. Lenovo Explorer MR (kuva: Microsoft 2018)



KUVA 3. Kuvakaappaus videosta. VR-lasien näyttöjen kuva eri kulmista. (kuva: 3D-VR-360 Videos)

Yrityksissä virtuaalilaseja käytetään paljolti peleihin, mutta muitakin käyttömahdollisuuksia niillä on. VR-laseja käytetään nykyään koulutukseen ja 3D-mallien havainnollistamiseen. Koulutuskäytössä laseja voidaan käyttää esimerkiksi sotilaiden, astronauttien ja palomiesten tehtävien koulutukseen tai teollisuuden asennustöiden ja kirurgisten leikkausprosessien opettamiseen. Virtuaalitodellisuudessa simuloidaan työtehtäviä käyttäen VR-laseja, liikeantureita ja ohjaimia. Virtuaalitodellisuudella saadaan kustannustehokkuutta koulutukseen ja usean henkilön koulutus onnistuu samassa tilassa kerralla. Kun operoidaan virtuaalisessa maailmassa, voidaan vähentää turhia vaaratilanteita ja loukkaantumisia. (Tieteen Kuvalehti 2016.)

2.1.2 Lisätty todellisuus

Lisätty todellisuus (engl. Augmented Reality) on teknologia, joka yhdistää todelliset ja virtuaaliset objektit todellisessa ympäristössä. AR-laitteisto erottaa todelliset ja virtuaaliset objektit toisistaan. Laitteisto toimii interaktiivisesti, kolmessa ulottuvuudessa ja reaaliajassa. (Azuma, R. T. 1997, 2; Azuma, Bailiot, Behringer, Feiner, Julier, MacIntyre 2001, 1.)

Todelliseen ympäristöön voidaan lasella lisätä pelejä, animaatioita, hologrammikuvia, ääntä, videota ja muuta grafiikkaa. AR-laseilla on läpinäkyvät näytöt, joiden kuvat aivot muuntavat kolmiulotteisiksi kuviksi näkökenttään erillisinä objekteina (kuva 4). Lasit projisoivat virtuaalista kuvaa näkökenttään ja yhdistävät ne todelliseen ympäristöön. Lasien läpi nähtävää maailmaa voidaan kontrolloida sekä ohjaimella että käsien eleillä. Laseissa on useita kameroita, jotka lukevat ja mittaavat ympäristöä.

Lisätyn todellisuuden esittämiseen on van Krevelenin, Poelmanin (2010) mukaan kolme erilaista tapaa: video see-through ja optical see-through ja projektointi. Video see-through on näistä kolmesta lähimpänä virtuaalitodellisuutta. Tässä esitystavassa virtuaalinen ympäristö korvataan videotiedolla, johon on lisätty AR-hologrammeja. Optical see-through menetelmässä AR-hologrammit on heijastettu visiirin näytöille käyttäjän näkökenttään. Projektoinnissa AR-hologrammit lisätään projektoiville näytöille. (van Krevelen, D.W.F. Poelman, R. 2010, 3-4). Video see-through menetelmästä hyvänä esimerkkinä on mobiililaitteilla käytettävät AR-pelit, kuten Pokemon GO. Microsoftin HoloLensit perustuvat taas optical see-through menetelmään.



KUVA 4. Microsoft HoloLens (kuva: Microsoft 2018)

Teollisuudessa AR-laseilla voidaan yksinkertaistaa erilaisia tehtäviä, kuten korjaustöitä, kokoonpanoa ja kunnossapitoa sekä kartoittaa omia mallinnuksia. Lasit näyttävät esimerkiksi näkökenttään merkintöjä, jotka selventävät toimintaohjeita asentajille ja huoltohenkilöstölle. Huoltohenkilöstö voi saada laseista hyötyä ongelmakohdan löytämiseen lasien lisätyn todellisuuden avulla. Laseja voidaan opettaa tunnistamaan tietyt koneet ja komponentit, jolloin ne osaavat kertoa toimintaohjeita tietyissä tilanteissa. Verrattuna tietokoneeseen tai papereihin lasit tarjoavat mahdollisuuden kädet vapaana työskentelyyn. AR-tekniikka antaa myös hyvät mahdollisuudet tietojen käyttöön kirurgisissa toimenpiteissä. Kirurgi voi nähdä kameran kuvan suoraan omassa näkökentässään kääntämättä katsetta pois potilaasta. Laseihin voidaan lisätä myös 3D-malleja ja simulointeja, jolloin voidaan testata näitä käyttökohteissa, esimerkiksi suunnitellun työkoneen 3D-malli voidaan nähdä tehtaan sille tarkoitettussa tilassa ja hahmotella sovittamalla laitetta hologrammina, kuinka se sopii tilaan sekä simuloida sen toiminnot samassa tilassa. Yritykset hyötyvät AR-laseista myös markkinoinnissaan, koska laseilla voidaan esitellä tuotteita virtuaalisessa muodossa sekä esimerkiksi muokata tuotteen värimaailmaa asiakkaan toiveiden mukaan. Koulutuskäytössä lisätty todellisuus nopeuttaa oppimista, kun työskennellään oikeilla laitteilla ja laseilla on näkyvissä prosessiohjeet näkökentässä. (Softability Group Oy 2017; Forture 2017.)

2.2 Lisätyn todellisuuden haasteet yrityskäytössä

AR-laseille haasteita tuo niiden korkea hinta, rajoitettu graafinen prosessointiteho, akun lyhyt kesto, pieni näkökenttä, iso koko ja paino, huono liian ja iskujen sietokyky sekä heikko tuki puheentunnistuskirjastolle. 3D-mallit lisäävät haastetta, kun niiden suuri koko saattaa hidastaa kuvanvirkistysnopeutta tai estää 3D-mallin latautumasta sovellukseen. (Softability Group Oy 2017.)

Laitteiston korkea hinta näkyy tämän hetken parhaimmissa AR-laseissa eli Microsoftin HoloLens-laseissa, joiden kuluttajaversioiden hinta on Microsoftin mukaan 3300 euroa ja yritysversion hinta on 5600 euroa. Graafinen esitys on hieman heikohko laseissa. Hologrammit eivät ole kovin teräviä, mutta suhteellisen tarkkoja HD-kuvan tasoisiksi. Pieni graafinen prosessointiteho tuo yritykselle vaikeutta esittää CAD-mallinnuksia, jotka ovat yleensä todella yksityiskohtaisia.

Laitteet eivät pysty esittämään myöskään reaaliaikaista, korkealaatuista kuvadataa esimerkiksi lääketieteen kuvantamislaitteiden tarpeisiin, koska tällainen vaatisi korkeaa prosessointitehoa, jollaista on tietokoneissa. Rajoitteiden vuoksi on vaikea luoda sovelluksia, joilla on hyvä käytettävyys ja käyttökokemus (UI/UX). (Softability Group Oy 2017.)

3 UNITY-PELIMOOTTORI

3.1 Sovellus

Unity on Unity Technologiesin kehittämä tehokas grafiikkamoottori ja editori, joka tarjoaa kehitysalustan 2D-, 3D-, VR- ja AR-pelien kehitykselle. Unityllä voidaan myös kehittää muita käytännön sovelluksia älypuhelimille, konsoleille, tietokoneille sekä VR- ja AR-laseille. Unity julkaistiin ensikertaa 2005 ja uusin versio Unity 2017 on julkaistu vuonna 2017. Unitylle on jo julkaistu uusin päivitysversio: Unity 2017.3. Unity käyttää ohjelmointikielenä JavaScriptiä sekä C#:a. C# muistuttaa JavaScriptia ja muita C-kieliä ja on käytetyin ohjelmakieli Unityssa. Unitylla voidaan luoda erilaisille alustoille sovelluksia ja se tukeekin alustoja kuten: PC, Linux, Mac, Android, iOS, Tizen, Windows Store Apps, Playstore, Apple Appstore, WebGL, TvOS, Xbox One, PS Vita, PS4, Universal Windows Platform, Facebook, SteamOS, AndroidTV, Nintendo Wii, Nintendo 3DS, Nintendo Switch, Oculus, GearVR, Fire os 5, Google Cardboard, Google ARcore ja Apple AR. (Unity Technologies 2018.)

Opinnäytetyön tekohetkellä Unitysta käytettävissä oli uusin Unityn päivitysversio Unity 2017.3, josta on kolme eri lisenssiversiota Personal, Plus ja Pro. Personal on ilmainen versio, joka on tarkoitettu aloittelijoille, opiskelijoille sekä harrastajille. Plus versio on maksullinen lisenssi, joka tarkoitettu tuottajille, jotka ovat vakavissaan julkaisemassa omia visioitaan ja se sisältää lisäominaisuuksia mitä Personal versiossa ei ole. Pro versio on lähinnä taas tarkoitettu ammattikäyttöön ja sisältää kehitystyötä tukevia palveluita. (Unity Technologies 2018.)

3.2 Ominaisuudet

Unityssa on pelimoottorille tyypilliset ominaisuudet: taidetyökalut, grafiikka renderointi, äänimoottori, verkko-ominaisuudet, fysiikkamoottori, ohjelmointirajapinta ja mahdollisuus tuoda omaa sisältöä. Unity 2017 on myös valmiudet luoda AR ja VR maailmoja virtuaalilaseille sekä osa käytettävistä työkaluista saadaan tuotua Unityyn käytettäväksi. Unitylta itseltään löytyy lisäosa CAD Importer-työkalu, jolla saadaan tuotua pelimoottoriin 3D-malleja CAD-sovelluksilta. Kolmasilta osapuolilta saadaan myös lisäosia kuten

Microsoftilta HoloLens emulaattorin. Unitylla voidaan itsessään myös koodata, mutta kuitenkin suositellaan käytettäväksi kolmannen osa puolen sovellusta esimerkiksi MonoDevelop tai Microsoft Visual Studio. Unity 2017 sisältää jo itsessään myös virtuaali-maailman luotityökalu Vuforia sekä Unityn omia palveluita kuten Unity Asset Store, Unity Cloud Build, Unity Analytics, Unity Ads, Unity Everyplay sekä Unity Certification. (Unity Technologies 2018.)

4 KÄYTETTÄVÄ LAITTEISTO

4.1 Matterport Pro 3D-kamera

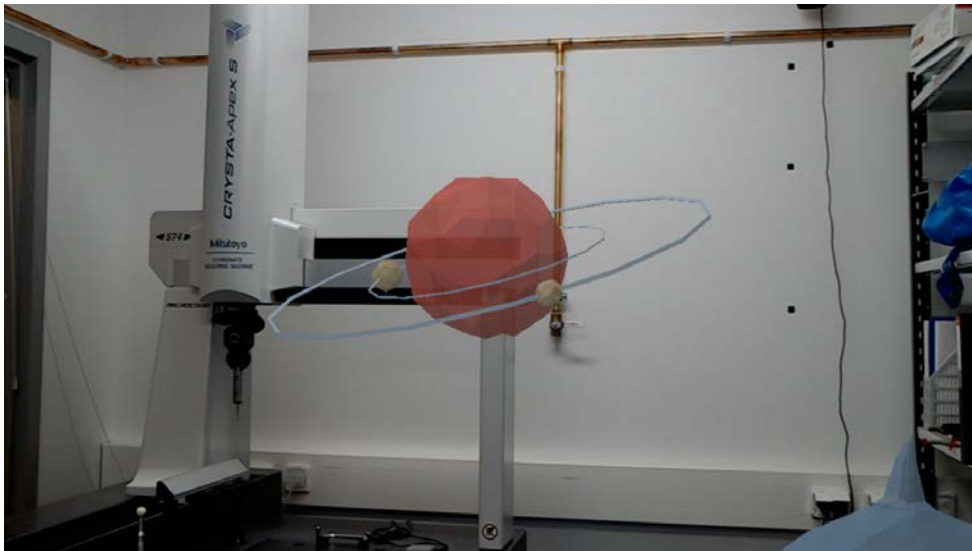
Tilan 3D-skannaukseen käytetään Matterportin valmistamaa 3D-skanneria (kuva 5). 3D-kamera mahdollistaa suurienkin tilojen skannaamisen ja 3D-mallien luomisen kuvasta ilman erityistä editointia. Kamera on Wi-Fi-verkon kautta yhteydessä Ipadiin ja sitä käytetään Matterport sovelluksen avulla. Sovellus antaa näkymän tilasta lintuperspektiivissä. Näkymän saadaan 3D-kuvaksi painamalla kameras kuvapistettä. Skannaus suoritetaan asettamalla kamera useaan eri kohtaan skannattavassa tilassa ja jokaisessa kohdassa kamera skannaa 360-asteen kuvan. Jokaisen pisteen 360-asteinen kuva yhdistetään automaattisesti sovelluksessa virtuaaliseksi 3D-kuvaksi.



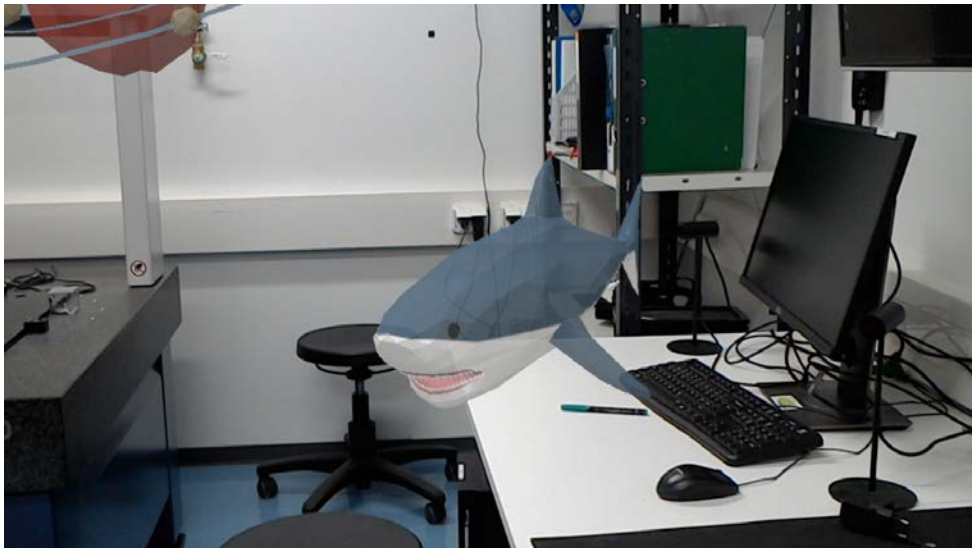
KUVA 5. Matterport Pro 3D kamera

4.2 Microsoft HoloLens

Microsoft HoloLens on ensimmäinen täysin itsenäinen holografinen tietokone, jolla käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa teräväpiirto hologrammien kanssa todellisessa käyttäjän ympäröivässä maailmassa (kuva 6; kuva 7).



KUVA 6. Esimerkkikuva planeetta hologrammista



KUVA 7. Esimerkkikuva hai hologrammista

HoloLenseja ohjataan pään liikkeillä, eleohjauksella sekä ääniohjauksella. Nämä tarjoavat mahdollisuuden kädet vapaana työskentelylle. HoloLens lasit toimivat Windows 10 pohjaisella käyttöjärjestelmällä, joten laitteeseen löytyy Windows Store:n kautta paljon sovelluksia käytettäväksi. Laite on lähinnä tarkoitettu yritysten ja tuotekehittäjien tarpeisiin. Lasien sovellukset mahdollistavat esimerkiksi 3D-mallien tarkastelun ja muokkaamisen hologrammeina ja samanaikaisesti voi keskustella Skypen välityksellä. (Microsoft 2018.)

4.2.1 HoloLenssin toiminta

Kehittyneet sensorit nappaavat informaatiota siitä mitä käyttäjä tekee. Kameroiden ja sensorien avulla lasit näkevät, kartoittavat ja ymmärtävät fyysisiä paikkoja, tiloja ja asioita käyttäjän ympärillä. Laseissa tieto näkyy kehittynyttä optista projisointijärjestelmää käyttävien teräväpiirtolinssien läpi. Järjestelmä generoi moniulotteisia värikuvia erittäin pienellä viiveellä. Lasien toimintaa vauhdittaa HPU eli kustomoitu holografinen prosessointiyksikkö, joka pystyy prosessoimaan suuren määrän dataa sensoreilta per sekunti. Laseissa on myös korvan juureen asennettuna kaiuttimet, jotka luovat avaruudellisen äänimaailman käyttäjälle. (Microsoft 2018.)

5 SKANNATUN TILAN JA CAD-MALLIN YHDISTÄMINEN VR-YMPÄRISTÖÖN

5.1 Käyttötarkoitus

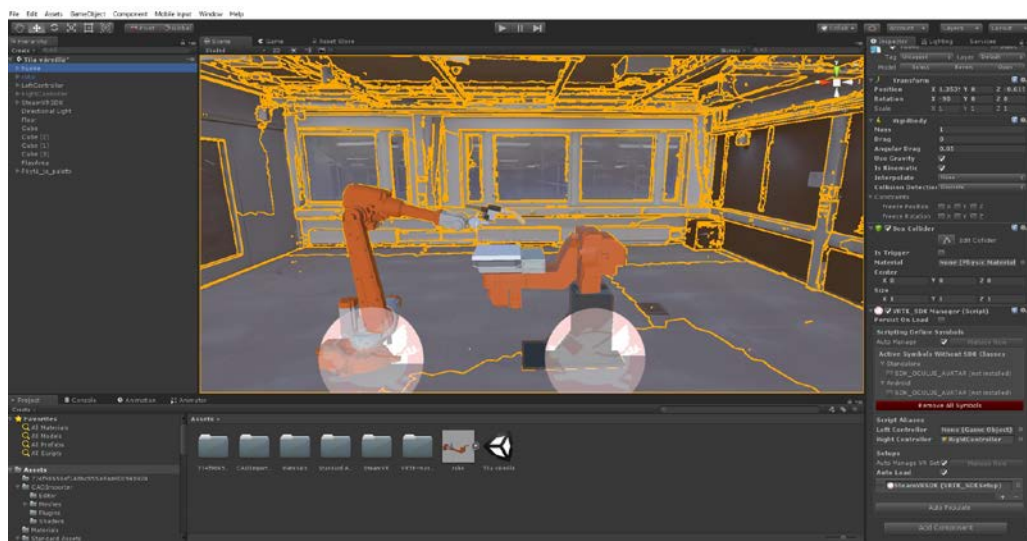
Tarkoituksena oli luoda Unitylla VR-laseille virtuaalimalli, jossa voidaan liikkua 3D-skannatus tilassa ja tarkastella lähemmin CAD-mallia. Tässä maailmassa voi yritys tarkastella virtuaalisesti, kuinka heille suunniteltu robottisolun tai mahdollisesti muu laite soveltuu heidän tiloihinsa. Ensiksi kartoitetaan yrityksen tilat 3D-skannerilla ja palveluntuottaja voi yhdistää mallin ja tilan sekä tarjota yritykselle mahdollisuuden katsoa tuotosta virtuaalilaseilla. Työn tekoon käytetään hyödyksi vaihekaaviota Unity projektin teosta (liite 1).

5.2 Toteutus

Työn toteutus alkaa etsimällä mahdollisuuksia liittää CAD-malli ja skannattu tila Unityyn sekä löytää mahdollisuuksia käyttää näitä virtuaalimaailmassa. Itse skannattu tila tulee skannerista ulos obj-tiedostomuodossa, joka voidaan upottaa suoraan Unityyn. CAD-mallin lisääminen Unityyn on vaikeampaa. Ensimmäiseksi täytyy pyytää kokeilulisenssiä hakemuksella Unity technologies:lta. Kolmen päivän odotuksen jälkeen he lähettävät lisenssiavaimen, jolla voidaan aktivoida Unity-lisenssi käyttämään CAD Importer lisäosaa. CAD Importer voidaan ladata suoraan Unityn verkkosivuilta. CAD-malli lisätään step-tiedostomuodossa eli suunnitteluohjelmassa on tallennettava malli kyseiseen muotoon. Tässä työssä CAD-mallina käytetään TAMK:n tuotantotekniikan laboratorion ABB:n valmistaman robottisolun robottia ja kääntöpöytää. Malli tallennettiin step-tiedostomuodossa SolidWorks ohjelmasta. Lisäksi tarvitaan koodit, joilla sovellusta voidaan käyttää VR-laseilla. Työssä käytettävien HTC Vive VR-lasit käyttävät Steam:n SteamVR lisäosaa ja tätä varten Unityn Asset Storesta löytyy SteamVR Plugin. Itse liikeohjauksen luontiin voidaan käyttää Virtual Toolkit:n open source pakettia, joka saadaan heidän verkkosivujen kautta menemällä Github palveluun ja lataamalla paketti koneelle tai tuomalla paketti Unityn Asset Storesta.

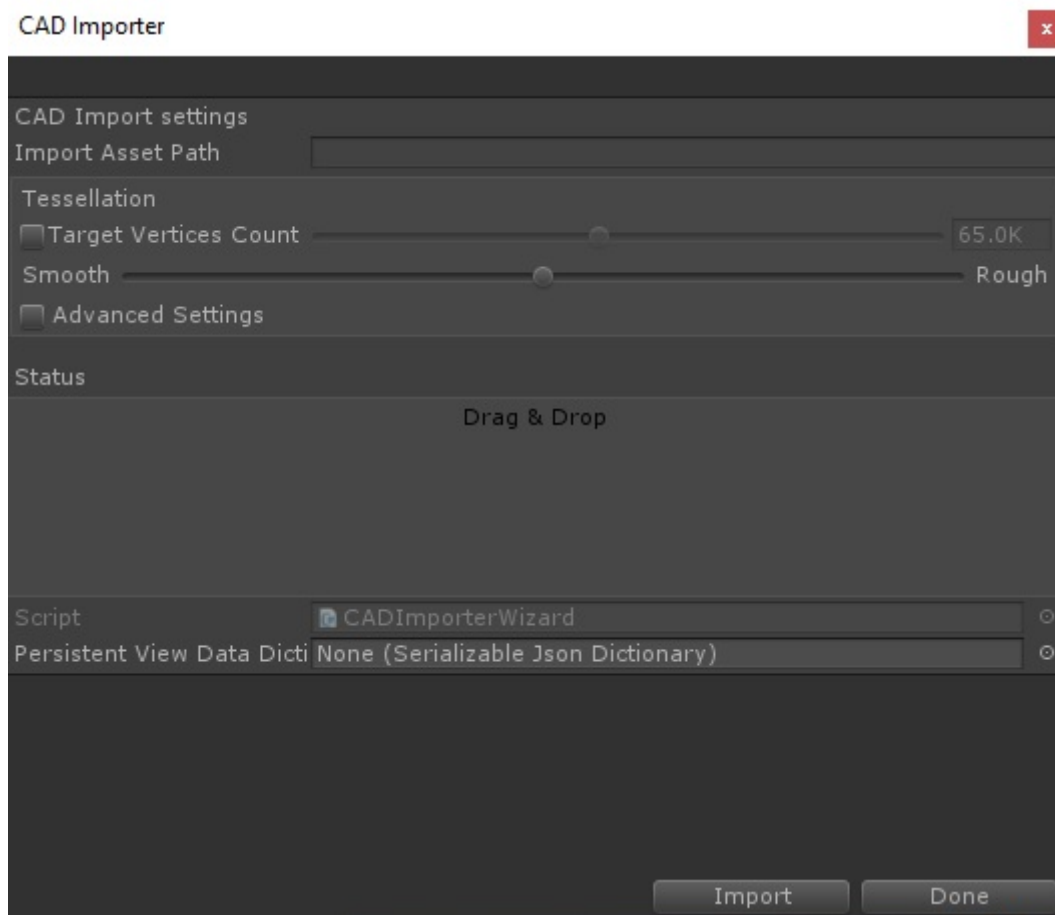
Työ aloitetaan avaamalla Unity, mielellään uusin mahdollinen versio ja avaamalla uusi projekti. Ennen projektin luomista täytyy nimetä projekti ja valita haluttu kansio sekä tarkastaa, että projekti luodaan 3D:nä. Sovelluksen auettua ensimmäisenä valmistellaan projekti poistamalla Hierarchy välilehdeltä Main Camera objekti sekä tuomalla VRTK Toolkit sekä CAD Importer projektiin. Tämä onnistuu painamalla Project välilehdellä ”Create” painiketta ja valitsemalla alalehdeltä ”Import Package” ja valitsemalla tuotava kansio. VRTK Toolkit kansiota ei ehkä saa tuotua tätä kautta, vaan kansio on vedettävä suoraan Project välilehdelle. Samoin tuodaan skannattu tila. Valitaan skannatun tilan kokonaisuuden kansio, jotta mukana tulee tilan tekstuuritkin ja raahataan kansio Project välilehdelle. Tässä työssä käytetään skannattuna tilana TAMK:n innovaatiotilan F0-29 luokkatilaa. CAD Importer kansiota täytyy purkaa MoNo.RAIL kansio ja siirtää se projektin kansioon.

Virtuaalimallin teon aluksi on luotava skannatulle tilalle pohja, joka luodaan valitsemalla Hierarchy välilehden ”Create” painike ja sen alalehdeltä ”3D-object -> Cube”. Tällöin luodaan kuution muotoinen pohja. Inspector välilehdeltä asetetaan alustalle keskipisteeksi $(X, Y, Z) = (0, 0, 0)$ ja pohjan voi mitoittaa vapaasti skannattua tilaa suuremmaksi. Pohjan päälle vedetään skannatun tilan obj-tiedosto omasta kansiostaan Hierarchy välilehdelle. Inspector välilehdeltä asetetaan x rotaatioksi -90 astetta. Valitaan skannatun tilan objekti Hierarchy välilehdeltä ja painamalla ”Add Component” painiketta lisätään Box Collider sekä VRTK_SDK Manager (kuva 8).



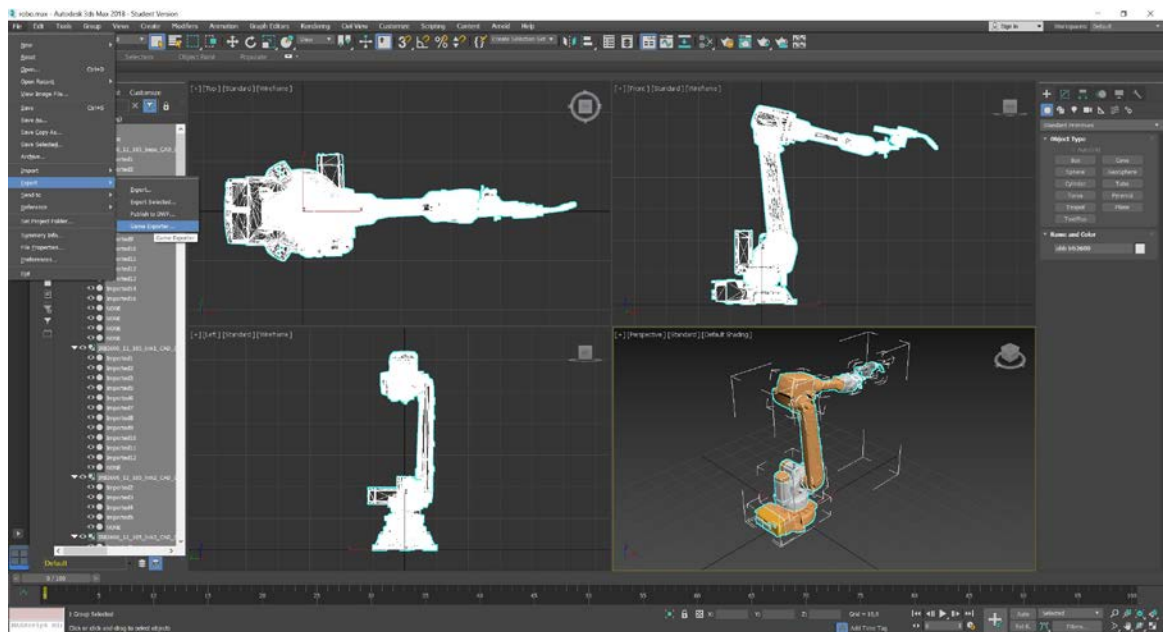
KUVA 8. Huone ja SDK Manager

Tämän jälkeen voidaan lisätä CAD-malli tilaan. Ylävalikosta avataan ”Assets -> CAD Importer”, jolloin avautuu ikkuna, johon on vedettävä kääntöpöydän CAD-mallin step-tiedosto (kuva 9). Painamalla ”Import” mallinnus latautuu automaattisesti peliin.

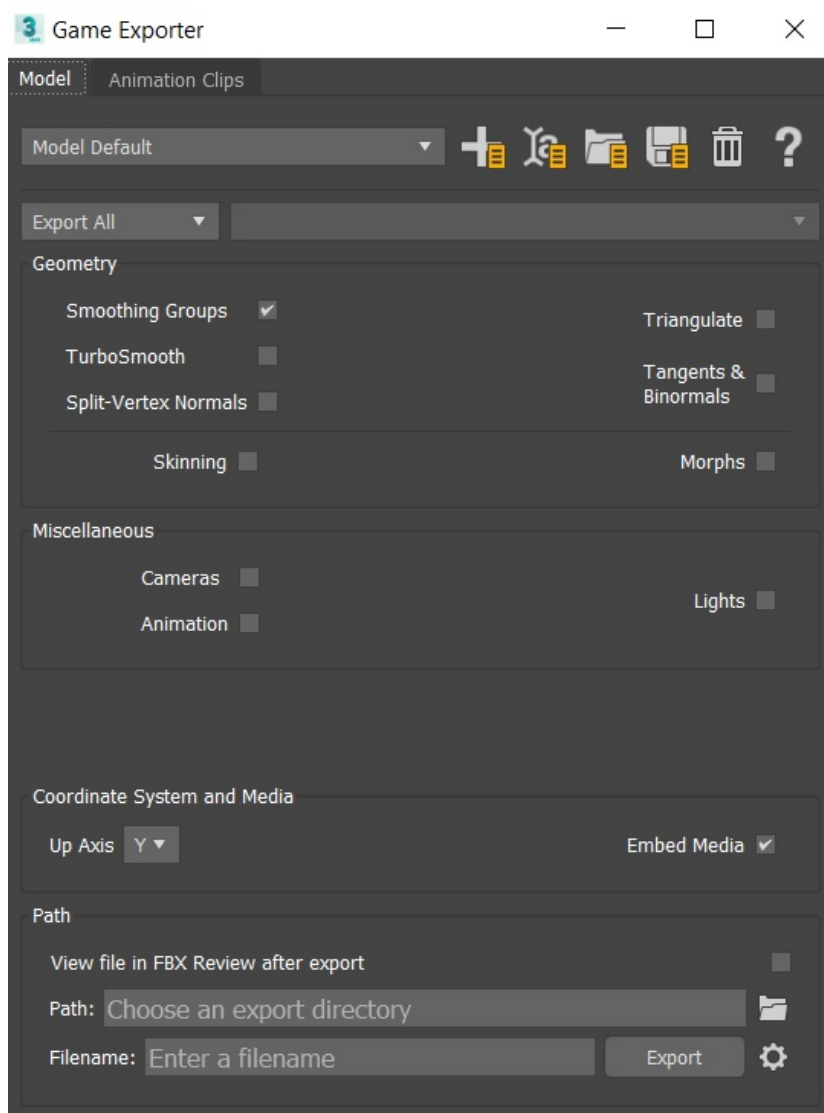


KUVA 9. CAD Importer

Robotin tiedostoa ei saa tuottaa step-tiedostona Unityyn, joten se täytyy muokata fbx-tiedostomuodoksi. Tämä onnistuu Autodeskin 3Ds Max sovelluksella. Step-tiedosto avataan 3Ds Max:ssa ja painetaan valituksi oikean alanurkan kuvasta. Yläpalkin ”File” valikon alavalikosta valitaan ”Game Exporter”. Avautuvassa ikkunassa voidaan valita viemisen asetuksia. Näitä ei tarvitse muokata vaan voi vain viedä tiedoston. Valitaan tallennuskansio ja nimetään tiedosto, joiden jälkeen voidaan tallentaa tiedosto (kuva 10; kuva 11).

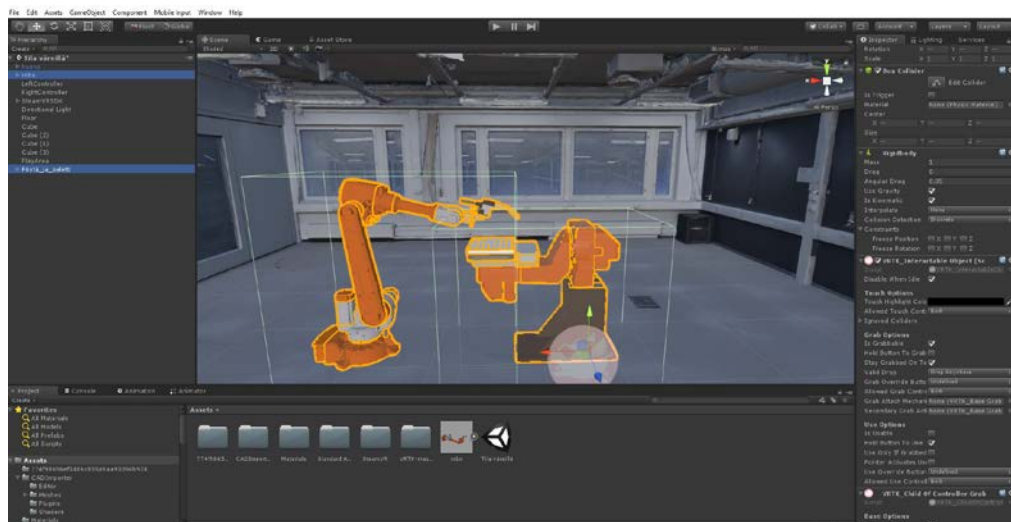


KUVA 10. Robotin fbx muutos 3Ds Max:ssa



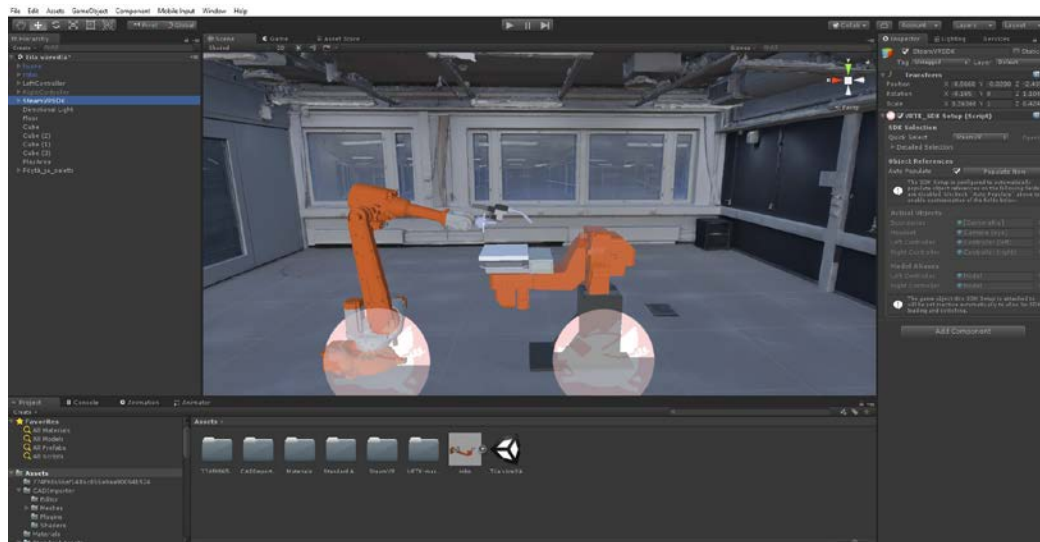
KUVA 11. Game Exporter ikkuna 3Ds Max:ssa

Kääntöpöydälle ja robotille lisätään Box Collider, VRTK_InteractableObject sekä VRTK_ChildOfControllerGrab ja Edit Collider nappia käyttämällä säädetään ne oikean kokoisiksi (kuva 12). Jotta virtuaalitulassa ei kävelisi tilan seinistä läpi luodaan seinämät tilan ympärille. Nämä luodaan painamalla skannattua tilaa Hierachy välilehdellä hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla 3D-object sekä Cube, jolloin seinämä luodaan automaattisesti tilan lapseksi.



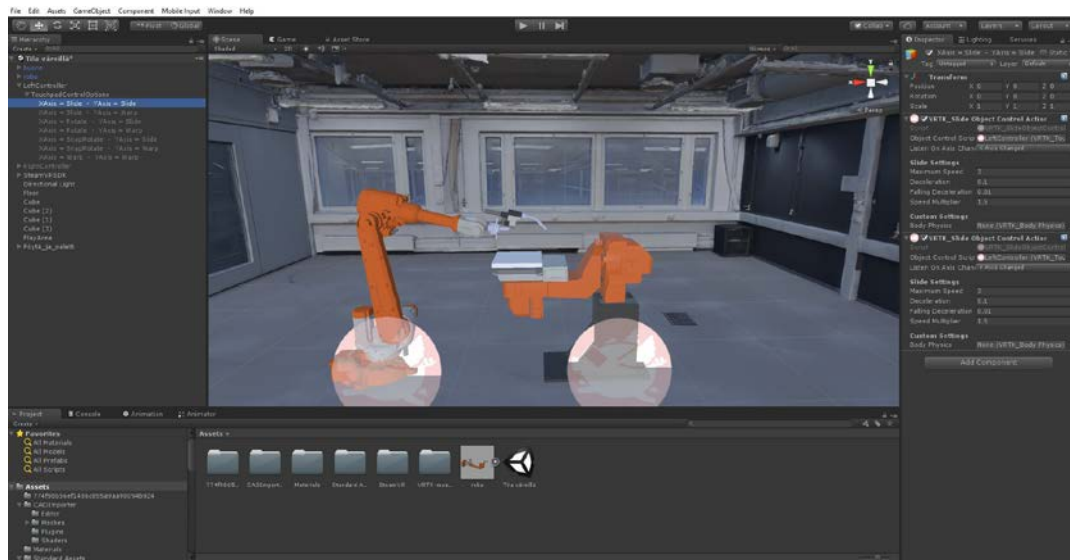
KUVA 12. Robotin ja kääntöpöydän Box Collider ja koodit

Koodien asettaminen projektiin aloitetaan luomalla skannattuun tilaan uusi lapsi ja antamalla tälle nimeksi SteamVRSDK. Projekti välilehden SteamVR kansion Prefab kansiossa raahataan SteamVRSDK:hon CameraRig prefab ja SteamVR prefab. Nämä sisältävät ohjainten seuraamiseen ja kameran renderointiin liittyvä koodit valmiiksi. Nämä myös aktivoivat VR lasien käytön. Lisäksi SteamVRSDK:n Add Component painiketta käyttäen lisätään VRKT_SDK Setup ja valitaan SDK Setup asetukseksi SteamVR (kuva 13) sekä tilan peliobjektin VRTK_SDK Managerista painetaan "Auto Populeta" (Kuva 13), jolloin VRTK_SDK Manager ottaa käyttöön VRTK_SDK Setup: n.



KUVA 13. SteamVRSDK ja SDK Setup

Jotta voidaan liikkua tilassa, luodaan Hierarchy välilehden "Create" painikkeella kaksi uutta objektia, jotka nimetään LeftController ja RightController. Näille molemmille luodaan alaobjektit, jotka nimetään TouchpadControlOptions nimellä. Näihin alaobjekteihin voidaan asettaa eri liikevaihto ehdot esimerkiksi XAxis = Slide - YAxis = Slide (kuva 14).



KUVA 14. Liikkumisen koodit

Valitaan kummatkin "LeftController", että "RightController" ja painetaan Inspector välilehdellä "Add Component" painiketta ja lisätään koodit nimeltä: VRTK_Touchpad Control, VRTK_Controller Events, VRTK_Interact Touch sekä VRTK_Interact Grab (kuva 15) "Touchpad Control" koodiin tietoihin "Controller" kohtaa vedetään kyseisen ohjaimen objekti, jolloin koodi ymmärtää käyttää oikeaa ohjainta.



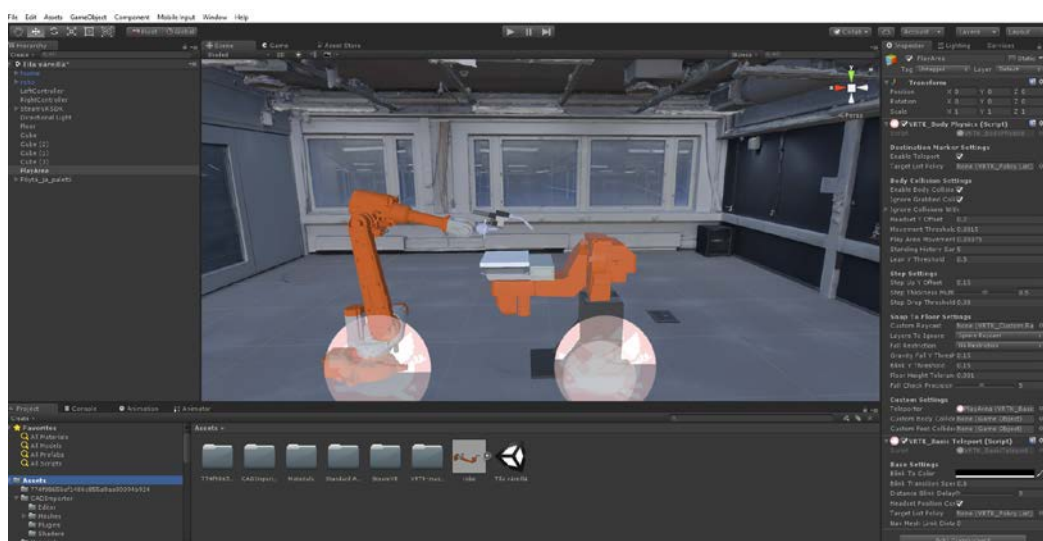
KUVA 15. Ohjainten koodit

Käyttöön valittuihin kosketuskentän kontrolliehtoihin painetaan Inspector välilehdestä ruutu nimen vierestä valituksi, jolloin ehto on käytössä. ”Add Component” painikkeella lisätään valittujen toimintojen koodit. Esimerkiksi tässä työssä käytetään vasemman ohjaimen liukuehtoa ja lisätään kaksi VRTK_Slide Object Control koodia sekä valitaan ”Listen On Axis Changed” kohdasta toiseen X-akseli ja toiseen Y-akseli. Kumpaakin vedettiin Hierarchy välilehdestä ”LeftController” objekti ”Object control Script” kohtaan, jolloin liutuksen koodi käyttää hyväkseen vasemman ohjaimen kontrolli koodia (kuva 14). Näin voidaan käyttää liukuominaisuutta. Toisena liikkumisen vaihtoehtona on lisätä RightController objektiin VRTK_Pointer ja VRTK_Straight Pointer koodit, jolloin saadaan oikealle ohjaimelle pointteri näkyville. Asetetaan VRTK_Pointer koodiin laukaisemiseksi ”Trigger Press” ja vedetään ”Controller” kohtaan ”RightController” objekti. (Kuva 16.)

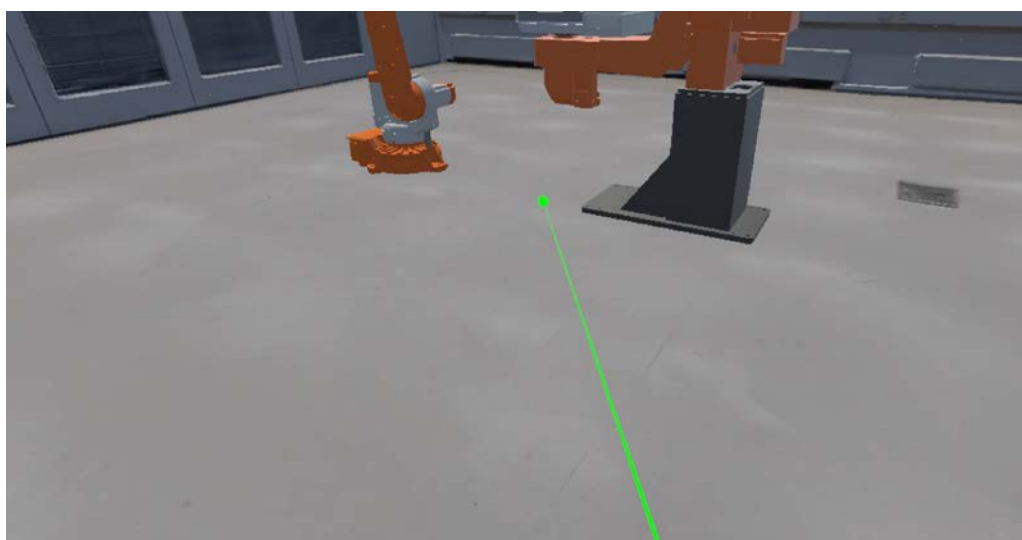


KUVA 16. Pointterin koodit

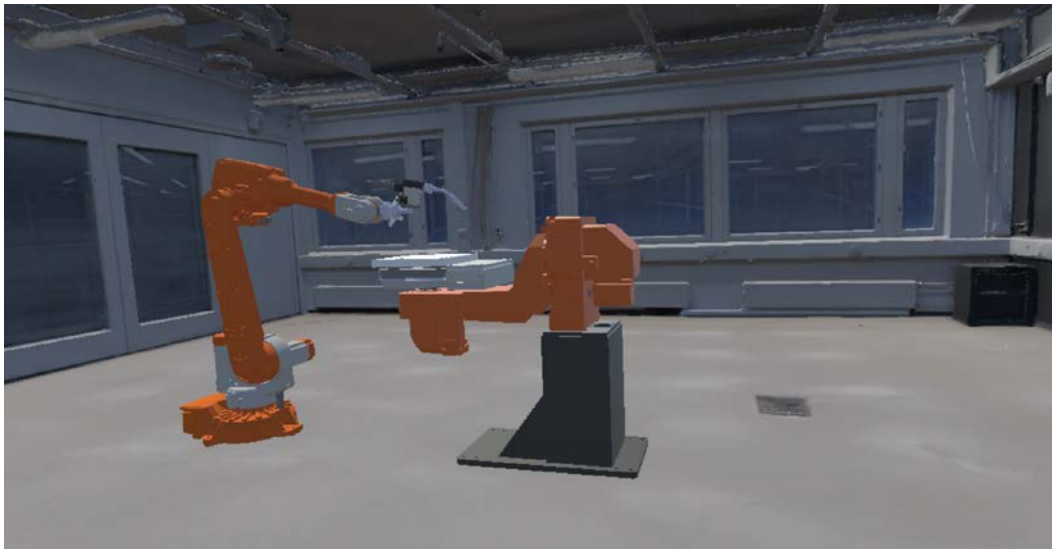
Jotta voidaan käyttää pointteria hyödyksi teleporttaamiseen tilassa, luodaan uusi objekti nimeltään PlayArea ja lisätään VRTK_BasicTeleport (kuva 17). Tällöin pointterin ollessa päällä ja painamalla kosketuslevyä teleporttaa kamera pointterin osoittamaan kohtaan. Lisätään myös PlayArea objektiin VRTK_BodyPhysics, jolloin sovellus ymmärtää kameran törmäämisen objekteihin. Virtuaalimalli toimii painamalla ”File” valikosta ”Build & Run” painiketta, jolloin Unity rakentaa sovelluksen ja kytkee tilan näkyville VR-lasilla katsottavaksi (kuva 18; kuva 19; kuva 20).



KUVA 17. PlayArea ja koodit



KUVA 18. Pointteri toiminnassa



KUVA 19. Robotti ja kääntöpöytä aloitus paikassa



KUVA 20. Robotti siirrettynä toisaalle

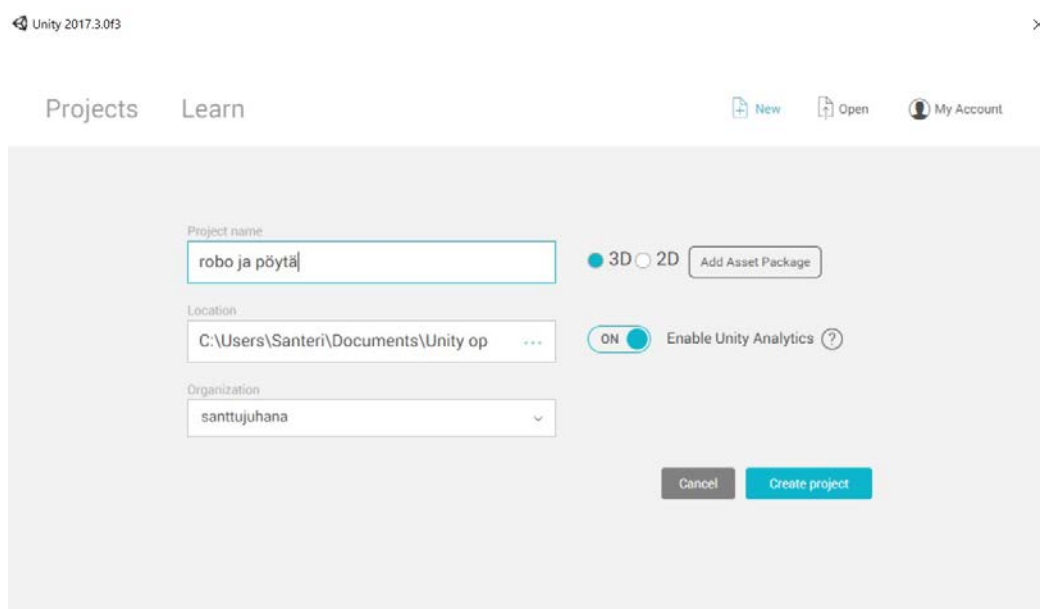
6 HOLOGRAFINEN APPLIKAATIO HOLOLENSSILLE

6.1 Käyttötarkoitus

Tarkoituksena on luoda holografinen 3D-malli TAMK:n tuotantotekniikan laboratorion robottisolun robotista ja kääntöpöydästä käytettäväksi Microsoftin HoloLens laseilla. Holografisen mallin tarkoituksena on antaa asiakasyritykselle mahdollisuus katsoa robottisolun tai vastaavasti muun laitteen sopivuutta omaan tilaansa reaaliajassa. Malli on siis nähtävissä yrityksen tiloissa täydessä koossa ja se on liikuteltavissa, jotta voidaan testata eri tilan kohtia. Työn tekoon käytetään hyödyksi vaihekaaviota Unity projektin teosta (liite 1).

6.2 Toteutus

Työ aloitetaan käynnistämällä Unity ja valitsemalla tallennuskansio sekä nimeämällä projekti. On myös varmistettava, että projekti luodaan 3D:nä (kuva 21).

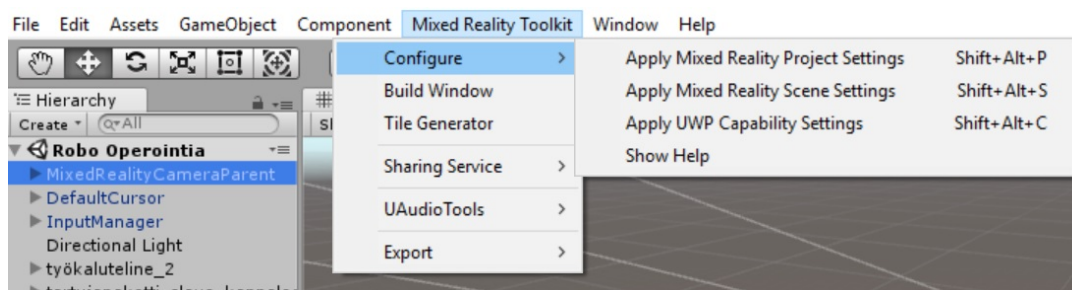


KUVA 21. Projektin aloitus

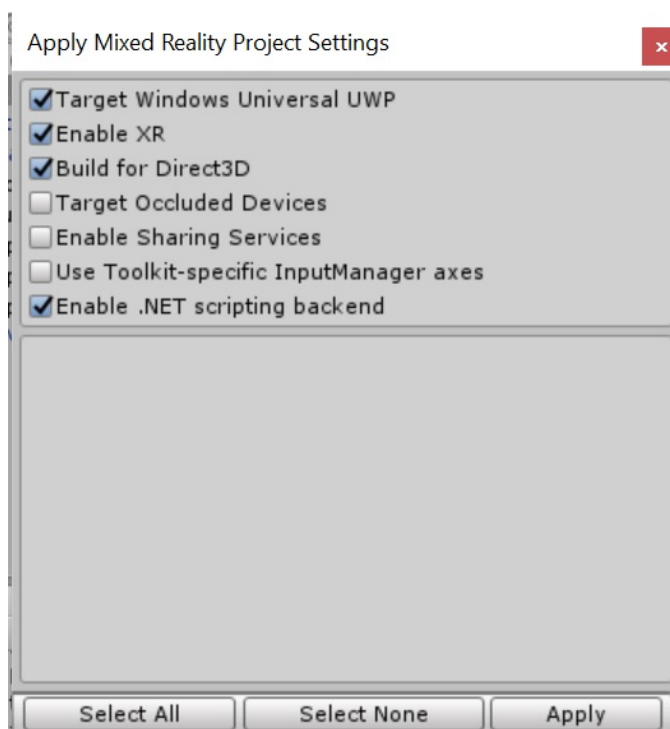
Unityn avauduttua painetaan Project välilehden "Create" painiketta ja valitaan "Import Package -> Custom Package" ja avataan tiedostoista CAD Importer paketti. Unityyn tu-

levasta ikkunasta valitaan ”import”, jolloin CAD Importer lisäosa tuodaan Unityyn. Tämän jälkeen voidaan tuoda CAD-mallin työhön painamalla ylävalikosta ”Asset” ja valitsemalla ”CAD Importer”. Unityyn avautuu ikkuna, johon pudotetaan kääntöpöydän step-tiedosto ja painetaan ”import”. Vedetään robotin fbx-tiedosto Project välilehdelle.

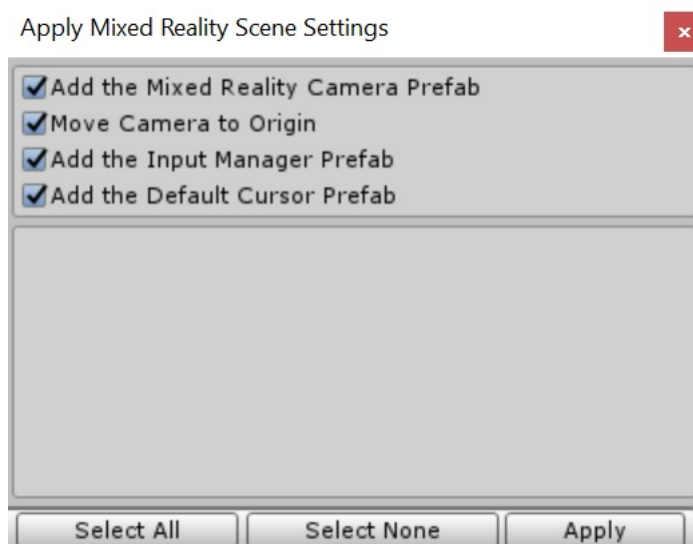
Luodaan HoloLenssien asetukset tuomalla HoloToolkit paketti samalla tavalla Unityyn kuin CAD Importer paketti. Latautumisen jälkeen ylävalikkoon ilmestyy Mixed Reality Toolkit. Painamalla tätä ja valitsemalla ”Configure -> Apply Mixed Reality Project Settings” avautuu asetuksien ikkuna ja HoloLensseille tarpeelliset asetukset ovat valmiiksi valittuna, joten voidaan painaa suoraan ”Apply”. Seuraavaksi valitaan ”Configure -> Apply Mixed Reality Scene Settings” ja hyväksytään asetukset painamalla ”Apply” (kuva 22; kuva 23; kuva 24).



KUVA 22. Mixed Reality Toolkit asetukset

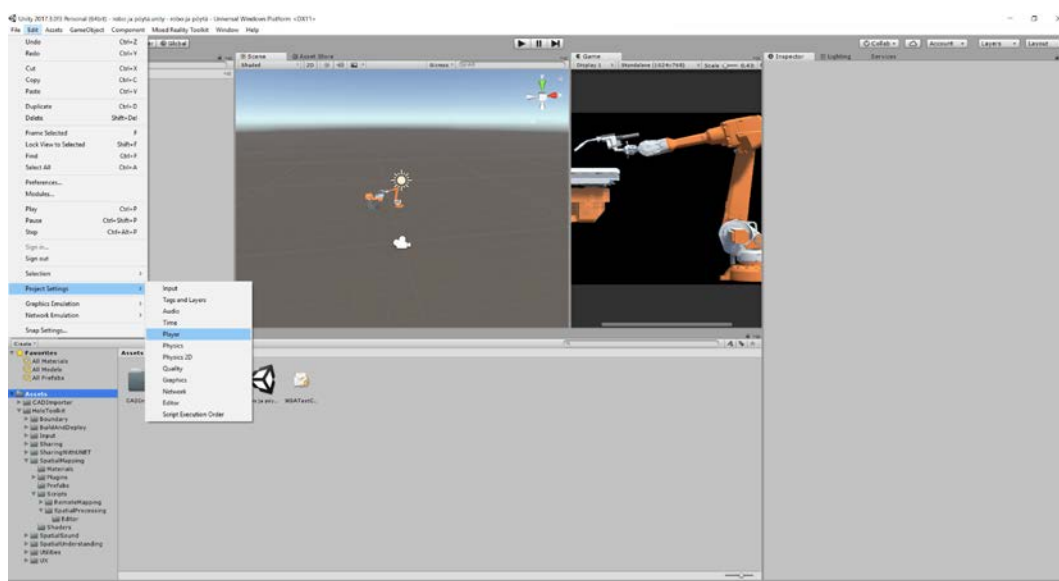


KUVA 23. Mixed Reality projektin asetusten lisäys

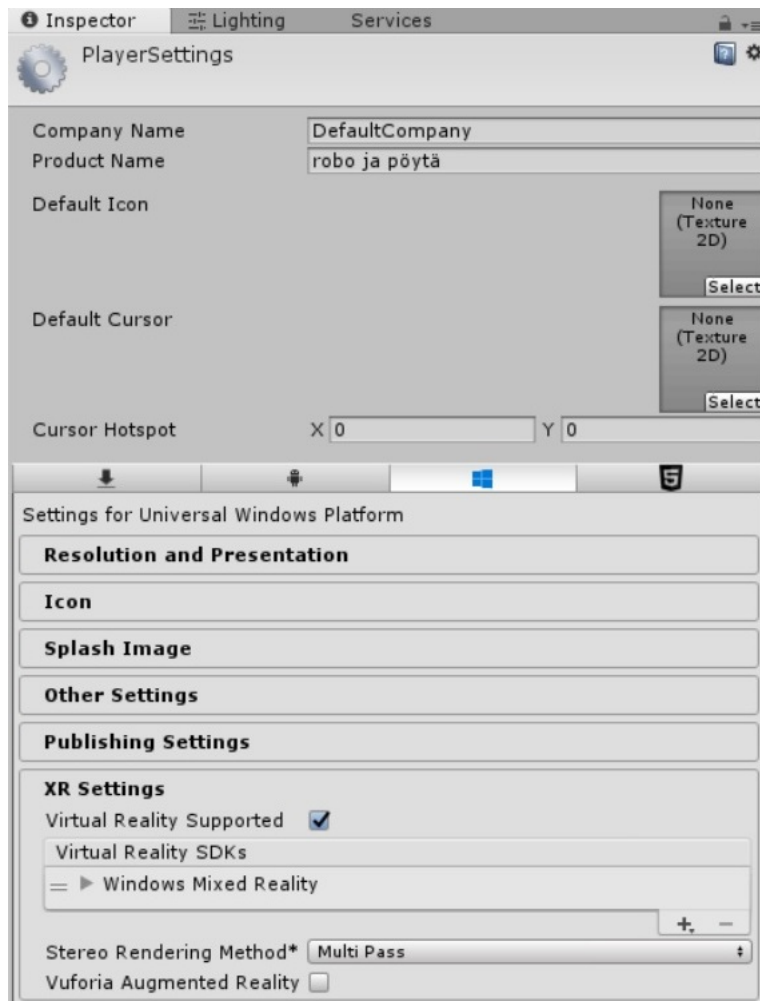


KUVA 24. Mixed Reality kohtausten lisäys

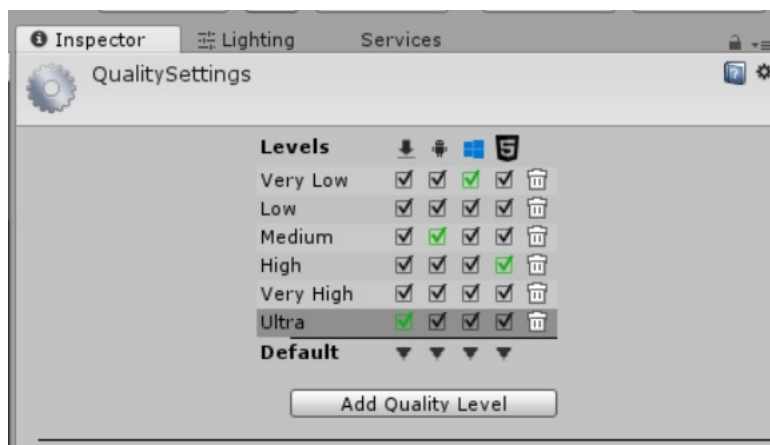
Projektin asetukset voidaan myös valita erikseen tai tarkastaa painamalla ”Edit -> Project Settings -> Player” (kuva 25). Täältä XR Settings kohdasta valitaan Virtual Reality Supported ja varmistetaan, että päälle tulee Windows Mixed Reality (kuva 26). Other Settings kohdasta varmistetaan, että Scripting Backend on muodossa .NET. Jotta lasit kartoittavat huonetilaa täytyy valita ”Spatial Perception” kohdasta ”Publishing Settings -> Capabilities” (kuva 28). Mennään myös Quality Settings kohtaan painamalla ”Edit -> Project Settings -> Quality” ja tarkastetaan, että Windows Platform on Very low asetuksella (kuva 27).



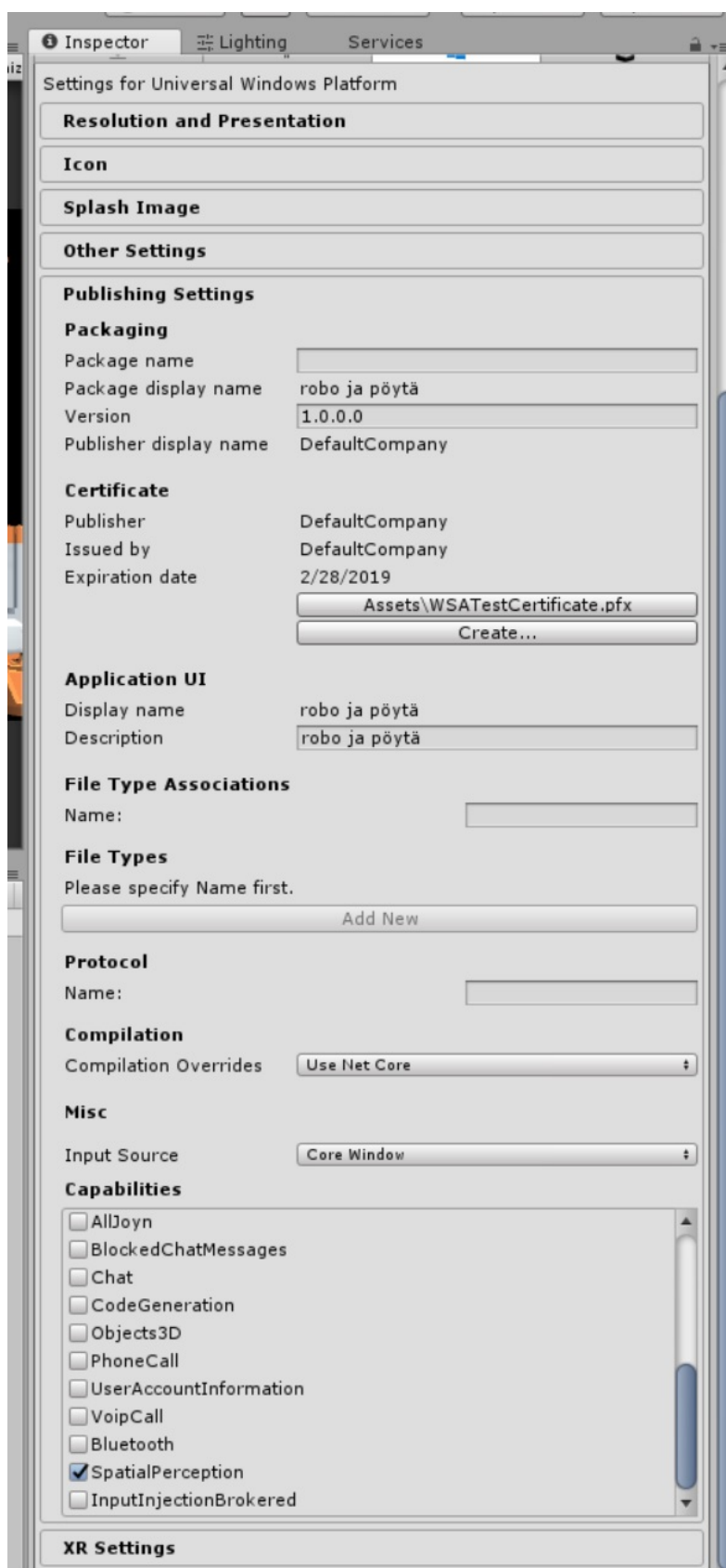
KUVA 25. Projektin asetukset



KUVA 26. XR asetukset

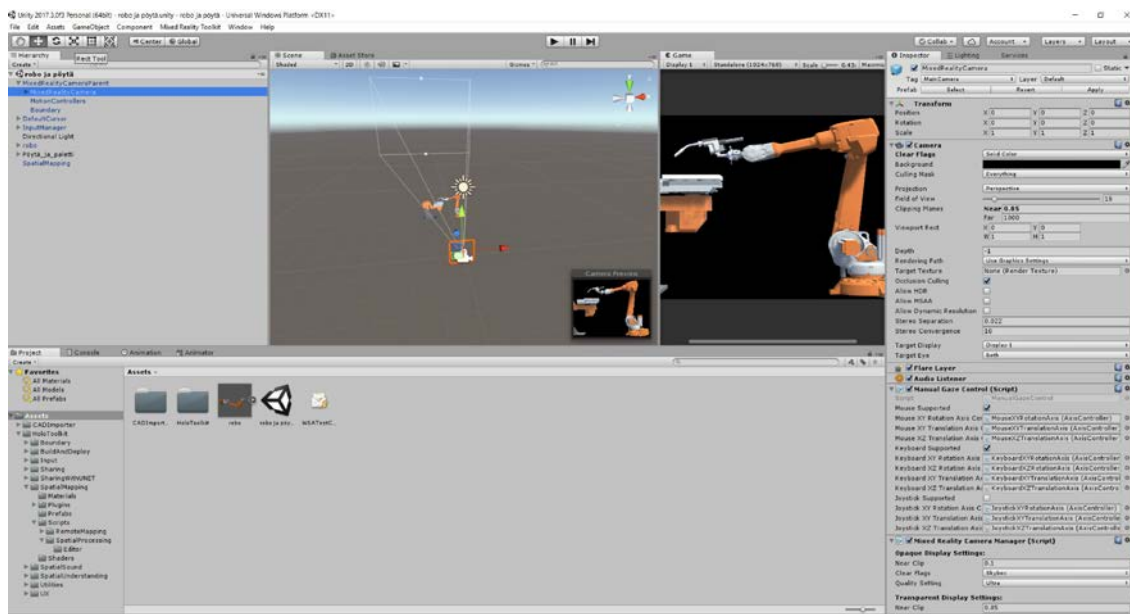


KUVA 27. Laatu asetukset



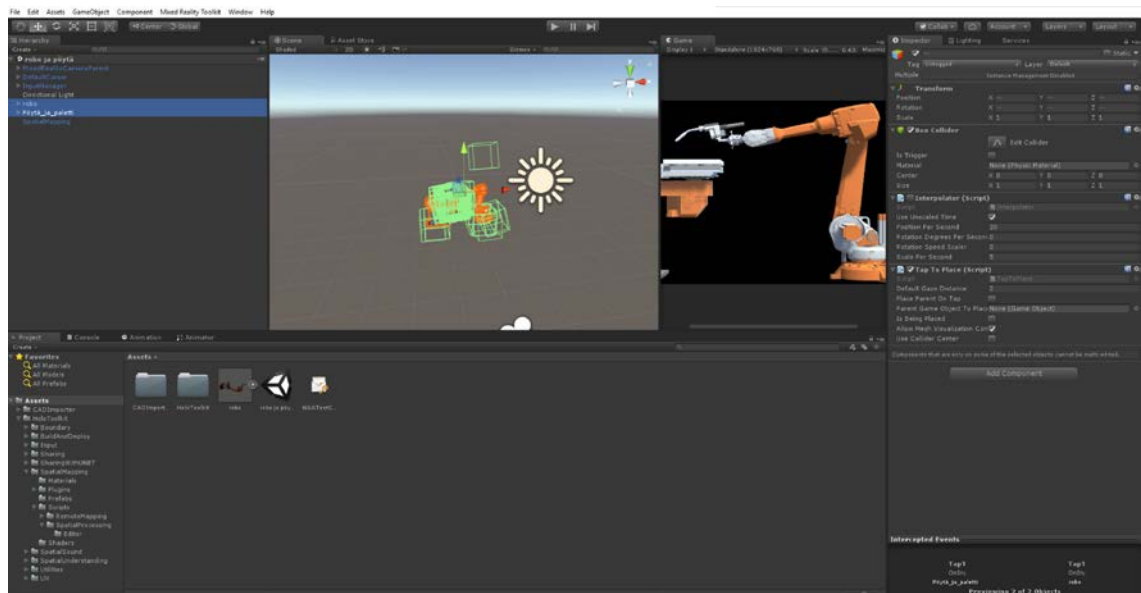
KUVA 28. Julkaisu asetukset

Hierarchy välilehdeltä valitaan ”MixedRealityCameraParent” ja Inspector välilehdellä tehdään asetukset. Kameran keskipisteeksi valitaan $(X, Y, Z) = (0, 0, 0)$. Avataan ”MixedRealityCameraParent” ja valitaan ”MixedRealityCamera” muuttaaksemme kameran asetukset. Clear Flags täytyy olla Solid Color ja taustan täysin musta, jolloin väri asetukset ovat $(R, G, B, A) = (0, 0, 0, 0)$. Clear Flags valinta kertoo mitkä osat näytöstä ovat esillä. Clipping Planes kohtaan laitetaan 0.85, joka on etäisyys, jolla kamera aloittaa ja lopettaa renderoinnin. (Kuva 29.)

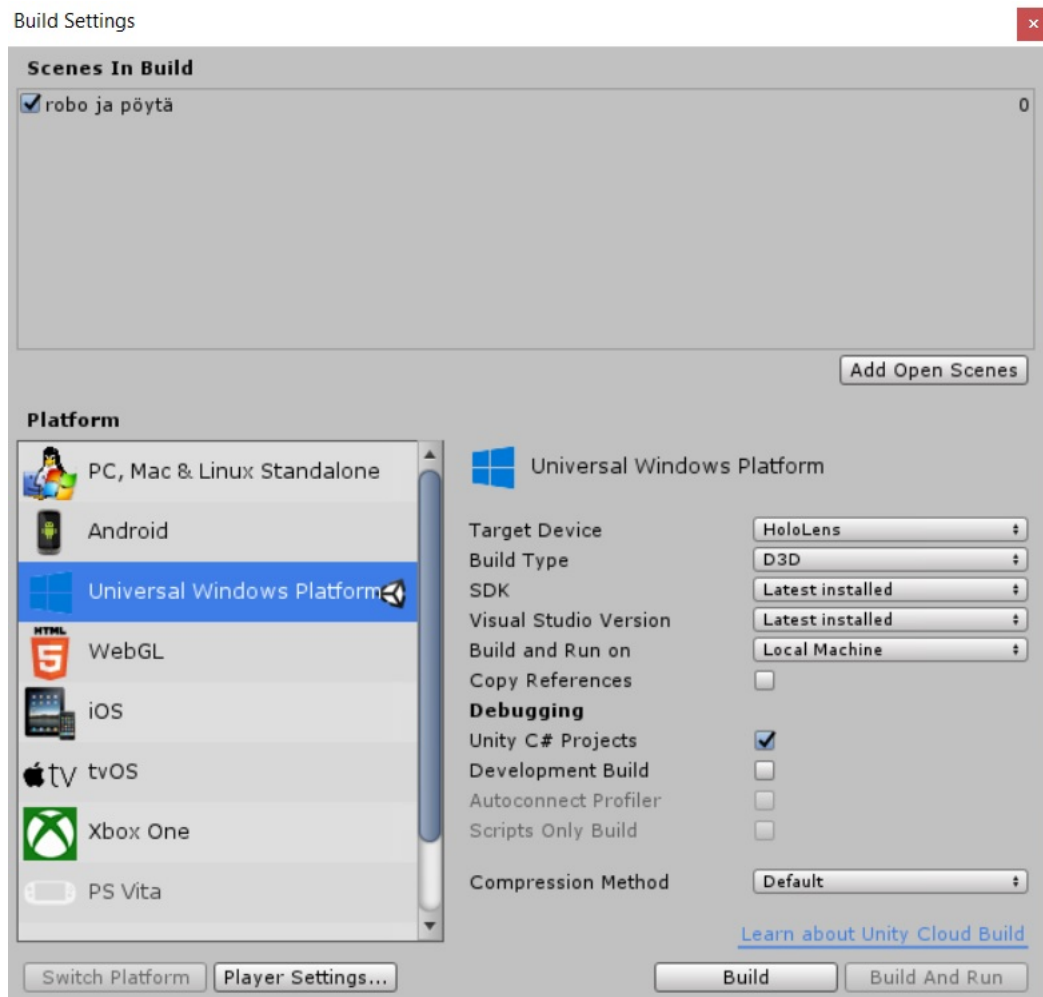


KUVA 29. Mixed Reality kameran asetukset

Avataan Hierarchy välilehdeltä CAD-malli ja valitaan mallin kaikki alaobjektit. Lisätään ”Add Component” painikkeella Box Collidor, jotta kursori lukee mallin. Valitaan robotti ja kääntöpöytä ja lisätään Tap To Place koodi (kuva 30), joka antaa meille mahdollisuuden valita malli sekä siirtää se toiseen kohtaan. Tap To Place koodin mukana tulee myös Interpolator koodi. Tämän jälkeen voimme tallentaa kohtauksen. Tuodaan Hierarchy välilehdelle myös Spatial Mapping prefab kansioista ”HoloToolkit -> SpatialMapping -> Prefabs”.

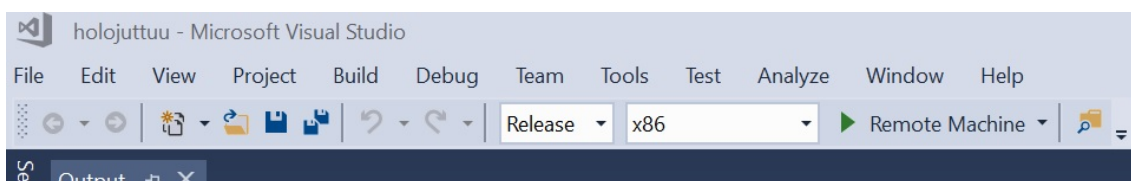


KUVA 30. Tap To Place koodi



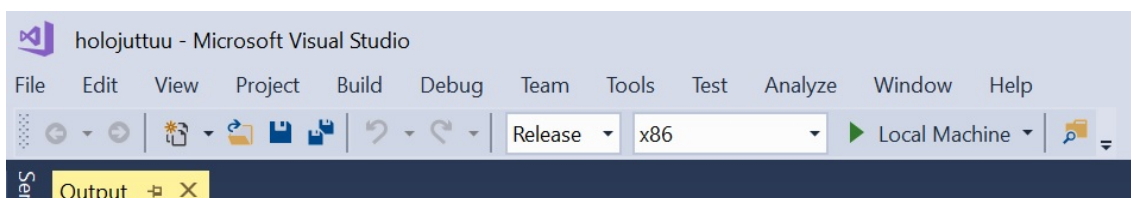
KUVA 31. Rakennus asetukset

Jotta applikaatio saadaan HoloLenseille, täytyy ensin rakentaa kohtaus alustalle. Ylävalikosta valitaan ”File -> Build Settings” (kuva 31). Alustaksi valitaan ”Windows Universal Platform ja painetaan ”Switch Platform”, jolloin alusta aktivoituu. Painamalla ”Add Open Scenes” painiketta saadaan aktivoitua rakennettava kohtaus. Alustan asetuksista muutetaan kohde laitteeksi (Target Device) HoloLens, rakennystyypiksi (Build Type) D3D ja loput asetukset on oltava Latest installed. Debugging asetuksista valitaan aktiiviseksi Unity C# Project, jolloin alusta lukee projektiin asetetut koodit. Nyt voidaan painaa Build painiketta ja lisätään kansio nimeltään App, johon applikaatio ladataan. Kun Unity on saanut applikaation rakentamisen valmiiksi, avautuu App kansio, josta avataan sln-tiedoston. Tämä avaa Visual Studion. Applikaation lisäämiseksi täytyy HoloLenssit ja tietokone asettaa kehittäjä moodille. Tämä tehdään HoloLenseillä ja tietokoneella menemällä ”Settings -> Update -> For Developers” ja painamalla aktiiviseksi ”Developers Mode”. Tämän jälkeen voidaan palata Visual Studioon, jossa ylävalikosta valitaan Release, x87 ja Remote Machine (kuva 32).



KUVA 32. Visual Studio asetukset Wi-Fi yhteydelle.

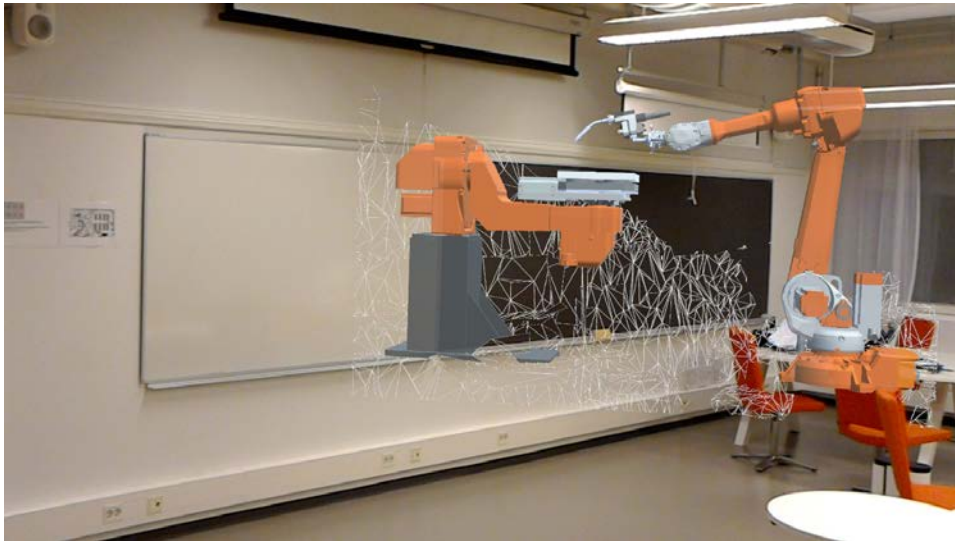
Kun Remote Machine on valittu, kysyy HoloLenssin IP osoitetta. IP osoitteen löydät valitsemalla HoloLenseistä ”Settings -> Network Settings -> Advanced Settings”. Tiedon lähetystä varten on tietokoneen ja HoloLenssin oltava samassa Wi-Fi verkossa. Ilman nettiä voidaan HoloLenssit myös liittää USB-kaapelilla, jolloin Visual Studiossa lähetys laitteeksi valitaan Device (kuva 33).



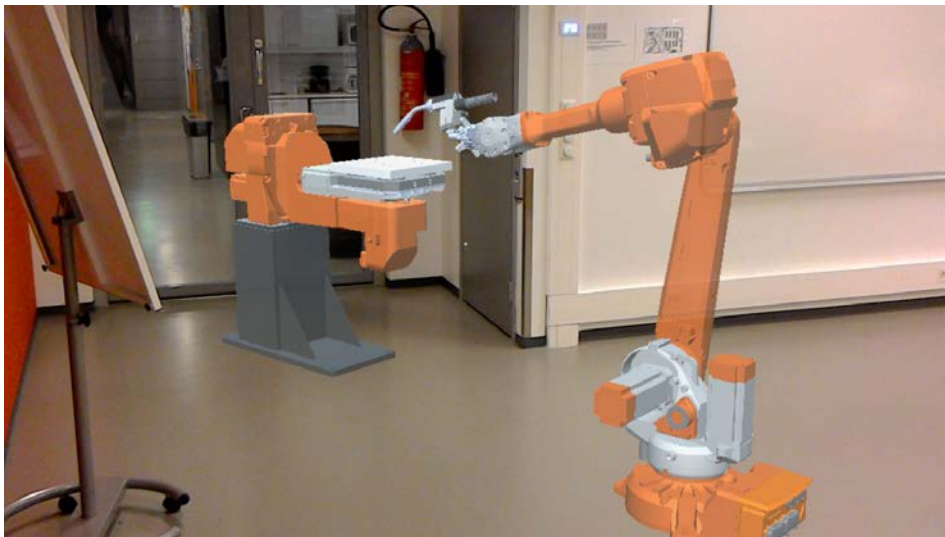
KUVA 33. Visual Studio asetukset USB-kaapelille.

Visual Studio Applikaatio kannattaa virheiden vuoksi ensin lähettää HoloLenseille painamalla Visual Studion ylävalikosta ”Build -> Deploy Solution”. Lähetyksen jälkeen va-

litaan ”Debug -> Start Without Debugging”. Tällöin Visual Studio luo applikaation HoloLensseille ja applikaatio avautuu automaattisesti (kuva 34; kuva 35). Ensimmäisen kerran, kun HoloLensseille ladataan applikaatiota Visual Studio pyytää parittamaan Visual Studion ja HoloLenssit. Tämä tapahtuu menemällä HoloLensseillä ”Settings -> Update -> For Developers -> Pair” ja kirjoittamalla Visual Studioon HoloLensseihin ilmestynvä pin-koodi.



KUVA 34. Robotti ja kääntöpöytä alkupaikassaan



KUVA 35. Robotti ja kääntöpöytä siirrettynä toiseen kohtaan

Avaamalla tietokoneella Microsoft HoloLens sovelluksen voidaan tietokoneen näytöltä nähdä suoratoisto videokuvaa HoloLensseistä. Sovelluksella voidaan myös ottaa kuvia ja videota siitä mitä HoloLensseillä nähdään. HoloLenssien applikaatiot voidaan avata ja sulkea myös sovelluksen kautta sekä sovelluksesta näkee laitteen tiedot.

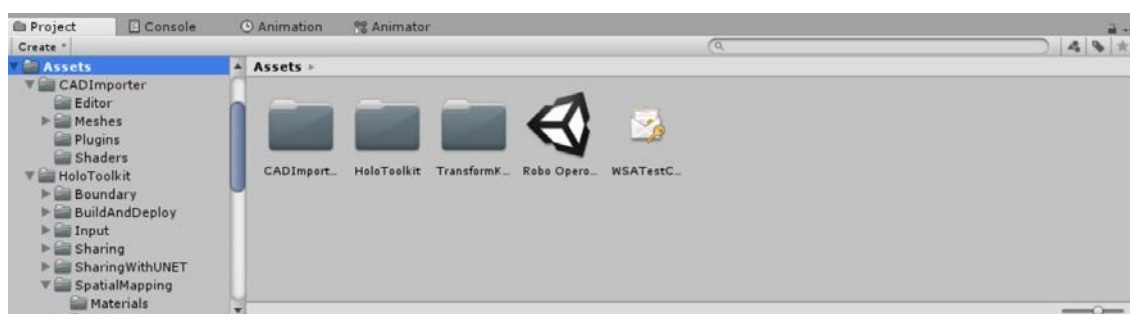
7 LISÄTYN TODELLISUUDEN APPLIKAATIO

7.1 Työohjeen tarkoitus

Lisätyn todellisuuden applikaation työohjeen on tarkoitus toimia selkeänä vaihe vaiheelta selittävänä ohjeena aloittelevalla käyttäjällä, joka haluaa itse harjoitella sovelluksen tekoa. Ohjeen on oltava myös nopeasti ymmärrettävissä ja siitä täytyy työn jatkokehittäjän nähdä yksinkertaisesti sekä tarkasti mitä työssä on jo tehty.

7.2 Työohje AR-applikaation tekoon, jossa operoidaan robottisolun osien kanssa

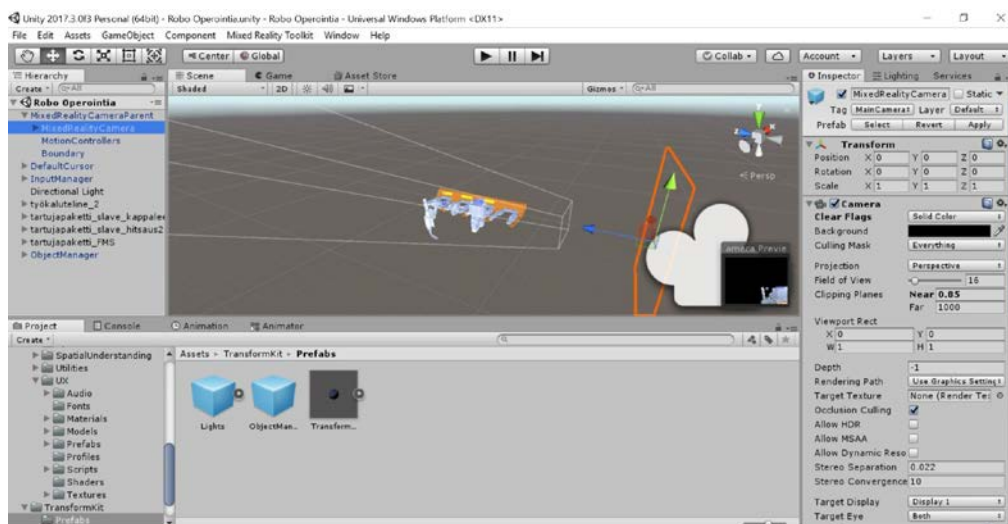
Aloita työ avaamalla Unity ja aseta avautuvaan ikkunaan tallennuskansio sekä luo nimi projektille. Varmista, että projekti tehdään 3D:nä. Paina luo projekti. Unityn avauduttua mene Project välilehdelle. Paina "Create" ja valitse alavalikosta "Import package -> Custom Package". Tuo Unityyn HoloToolkit, CAD Importer ja TransformKit (kuva 36). Valitse ylävalikosta "Mixed Reality Toolkit -> Configure -> Apply Mixed Reality Project Settings" ja tuo valmiiksi valitut asetukset. Seuraavaksi tuo "Mixed Reality Toolkit" valikosta kohtaus asetukset painamalla "Apply Mixed Reality Scene Settings". Tuo valmiiksi valitut asetukset.



KUVA 36. Project välilehti ja tuodut kansiot

Seuraavaksi tarkista asetukset. Valitse Hierarchy välilehdeltä MixedRealityCameraParent objektin alatiiedoista "MixedRealityCamera" ja muuta seuraavat asetukset Inspector välilehdeltä: "Clear Flags = Solid Color, Background = (R, G, B, A) = (0, 0, 0, 0), Clipping Planes 0.85" (kuva 37). Valitse ylävalikosta "Edit -> Project Settings -> Player". Tarkasta Inspector paneelista, että Windows Platform valikon XR asetuksissa on virtual

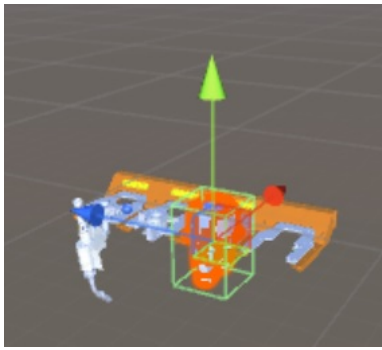
reality tuettuna ja Windows Mixed Reality valittuna käytettäväksi SDK:ksi. Jos näin ei ole ruksaa Virtual Reality Support ja lisää SDK palkin plussan kuvasta Windows Mixed Reality. Tämän jälkeen valitse ”Edit” valikon ”Project Settings” kohdasta vielä ”Quality” ja tarkasta, että Windows Platform Levels on asetuksessa Very low. Jos se ei ole, niin paina sarakkeen alaosasta nuolta ja valitse oikea taso.



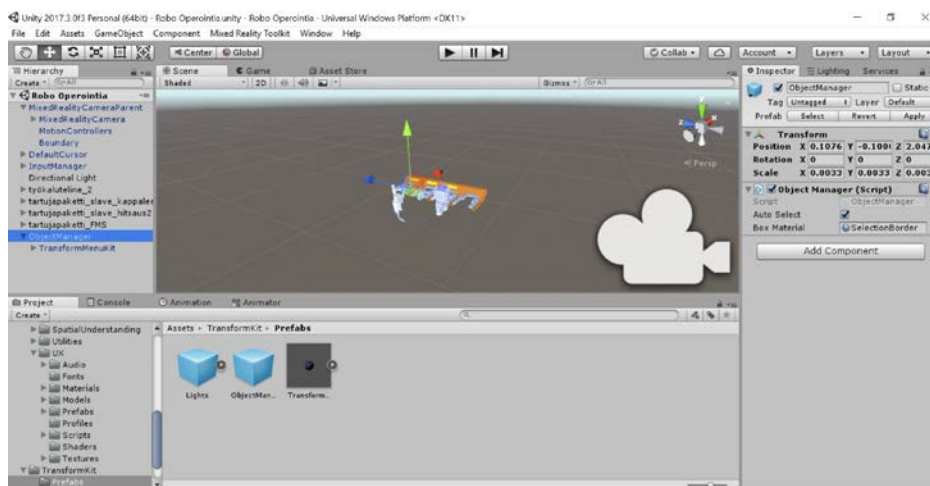
KUVA 37. Mixed Reality kameran asetukset

Kaksoisnapsauta varoituksia, jossa varoitetaan koodinpäiden kuuluvan useammalle alustalle ja hyväksy Visual Studio tekemään korjaukset Windows muotoon. Tallenna muutokset painalla tallenna kaikki. Paina varoituksia muuttaa EnumMaskField koodista EnumFlagsField:ksi. Tee muutokset ja tallenna. Paina Console välilehdellä ”Clear” ja puhdistaa muut varotukset.

Mene projektin kansioon ja mene ”Asset -> CAD Importer” ja pura MoNo.RAIL kansio. Vie purettu kansio samaan kansioon Asset kansion kanssa. Paina Asset painiketta ylävalikosta ja valitse ”CAD Importer”. Raahaa CAD-tiedostot ikkunaan ja tuo ne Unityyn. Valitse Hierarchy välilehdeltä kappaleet yksitellen ja Inspector välilehdeltä rotaatio kohdasta käännä kappaleet oikeaan asentoon muokkaamalla koordinaattien kulmaa sekä tämän jälkeen raahaa ne haluttuun kohtaan. Asettele työkalut paikoitusasemiin. Avaa kappaleet Hierarchy välilehdellä ja poista kappaleista ylimääräiset osat kuten ruuvit, mutterit, prikat, korjausjäykiste, palkkirunko ja vinotukilevy. Paina ”Edit Collidor” painiketta ja säädä laatikot kappaleitten kokoisiksi (kuva 38) sekä Interpolator koodista muuta rotaatio per sekunnissa nolllaksi. Lisää myös työkalutelineen paikoitusasemien kannatinlevyihin Mesh Collidor.



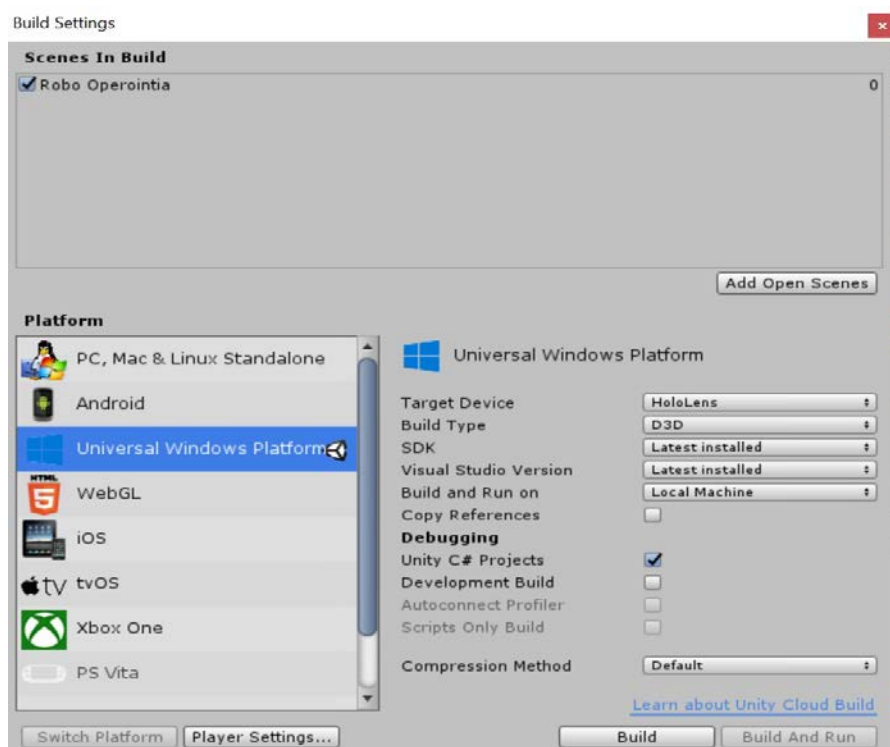
KUVA 38. Box Collidor asetettuna



KUVA 39. Transform Menu Kit ja Object Manager

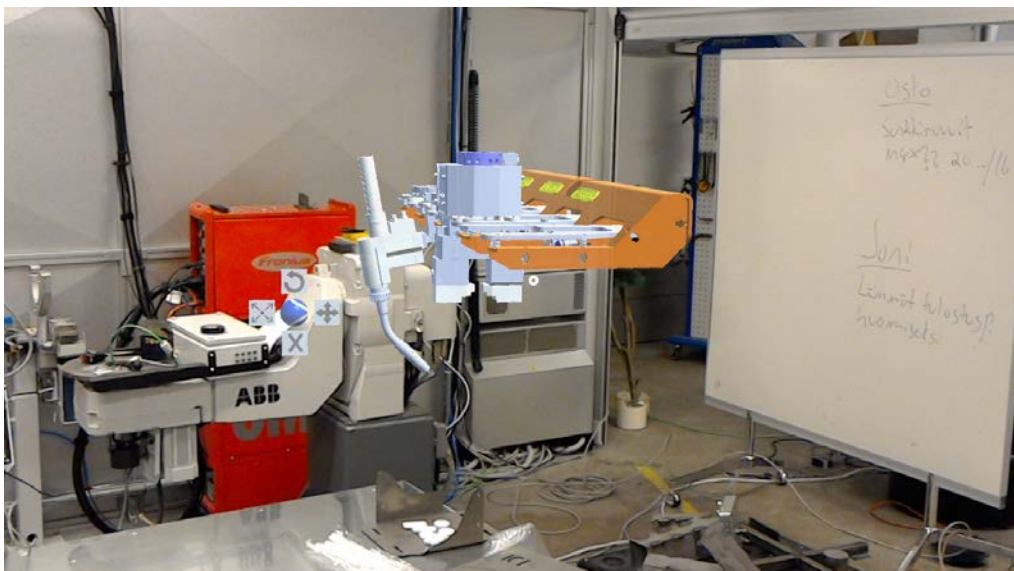
Mene Project välilehdellä kansioon "TransformKit -> Prefabs" ja vie Hierachy välilehdelle TransformMenuKit prefab sekä ObjectManager (kuva 39).

Valitse "File" ja tallenna kohtaus sekä projekti. "File" valikosta valitse "Build Settings" (kuva 40).

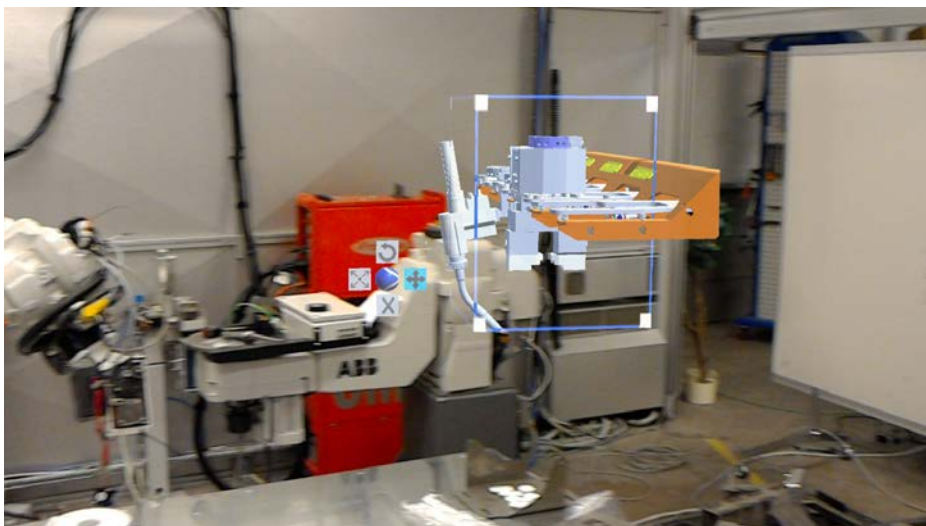


KUVA 40. Rakennus asetukset

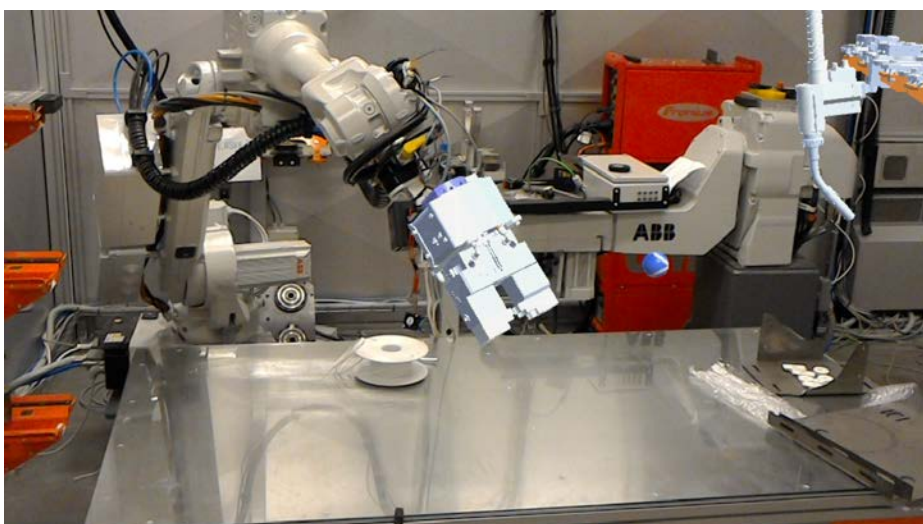
Paina "Add Open Scenes" ja muuta asetuksiin valituksi Unity C# Projects. Tämän jälkeen paina "build" ja luo kansio nimeltään App, johon projekti rakentuu. Rakentamisen jälkeen avaa App-kansiosta sln-tiedosto. Visual Studion avauduttua valitse ylävalikkoon Release, x86 ja Device. Liitä HoloLenssi USB-kaapelilla tietokoneeseen. Valitse Visual Studion ylävalikosta "Build -> Deploy Solution". Tämän jälkeen valitse "Debug -> Start Without Debugging". Käytä sovellusta, josta esimerkki kuvat näet alta (kuva 41; kuva 42; kuva 43; kuva 44).



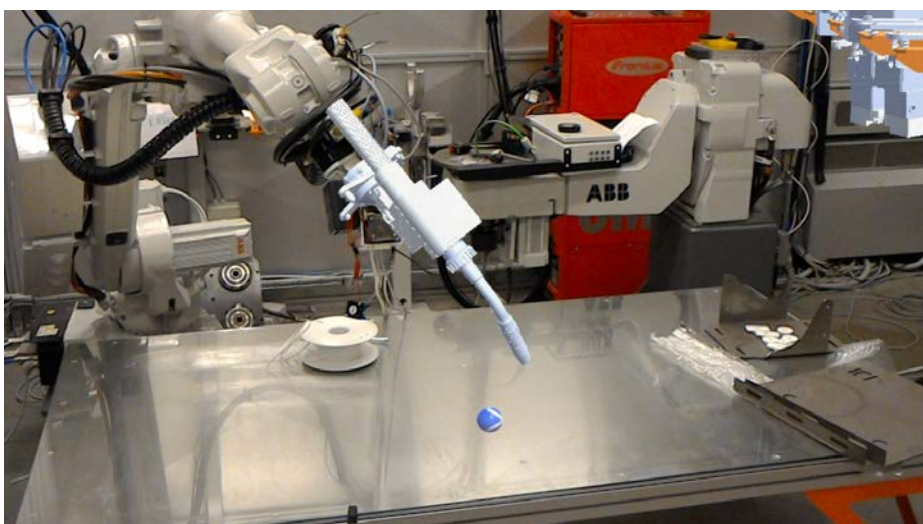
KUVA 41. Työkaluteline ja Transform Menu



KUVA 42. 2-sormitarttuja valittuna liikutukseen



KUVA 43. 2-sormitarttuja käännettynä ja asetettuna paikoilleen



KUVA 44. Hitsi asennettuna paikoilleen

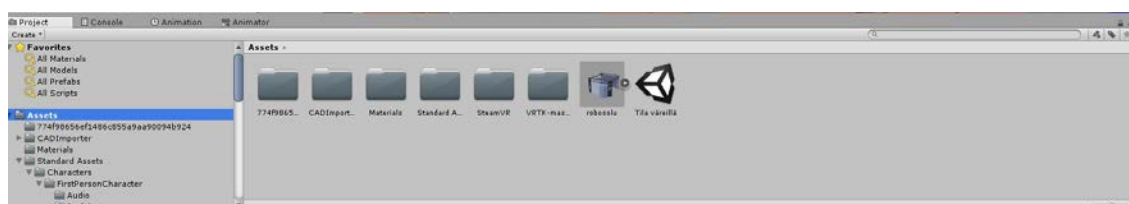
8 VIRTUAALITODELLISUUDEN APPLIKAATIO

8.1 Työohjeen tarkoitus

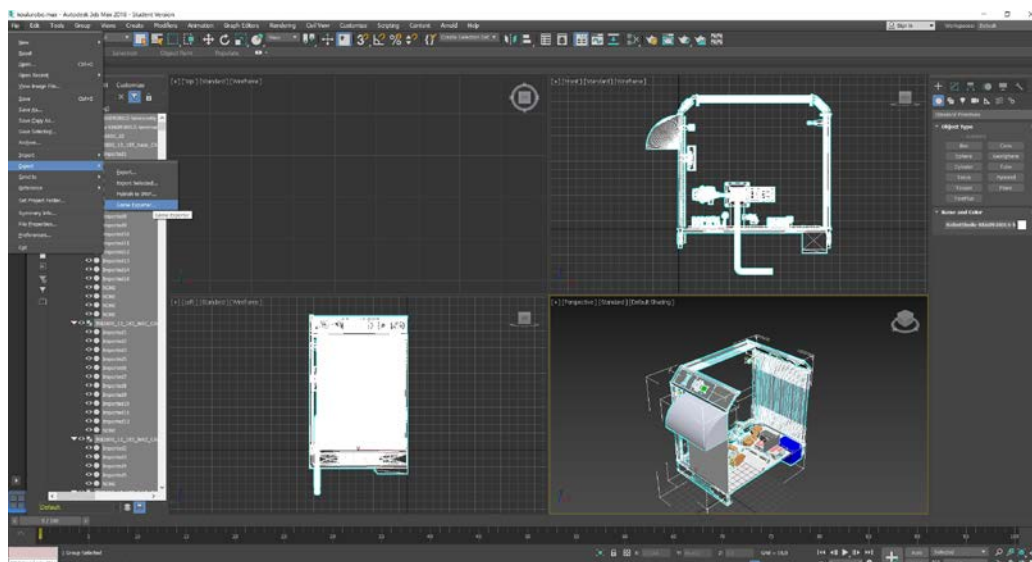
Virtuaalitodellisuuden applikaation työohjeen on tarkoitus toimia selkeänä vaihe vaiheelta selittävänä ohjeena aloittelevalla käyttäjällä, joka haluaa itse harjoitella sovelluksen tekoa. Ohjeen on oltava myös nopeasti ymmärrettävissä ja siitä täytyy työn jatkokehittäjän nähdä yksinkertaisesti sekä tarkasti mitä työssä on jo tehty.

8.2 Työohje VR-applikaation tekoon, jossa toimitaan robottisolun kanssa skannatussa tilassa

Aloita työ avaamalla Unity ja aseta avautuvaan ikkunaan tallennus kansio sekä luo nimi projektille. Varmista, että projekti tehdään 3D:nä. Paina ”Luo projekti”. Unityn avauduttua mene vedä Project välilehdelle skannatun tilan kansio ja VRTK-master kansio sekä robottisolun fbx-tiedosto (kuva 45). Jos robottisolusta ei ole fbx-tiedostoa muunna se 3Ds Max:ssa painamalla ”File -> Export -> Game Exporter” (kuva 46). Seuraavaksi paina ”Asset Store” välilehteä, hae SteamVR ja tuo se Unityyn. Tarkista että skannatussa tilassa on värit viemällä se Scene välilehdelle. Jos skannatussa tilassa ei ole värejä, tuo kansio uudestaan. Poista ”Main Camera” objekti Hierachy välilehdeltä.

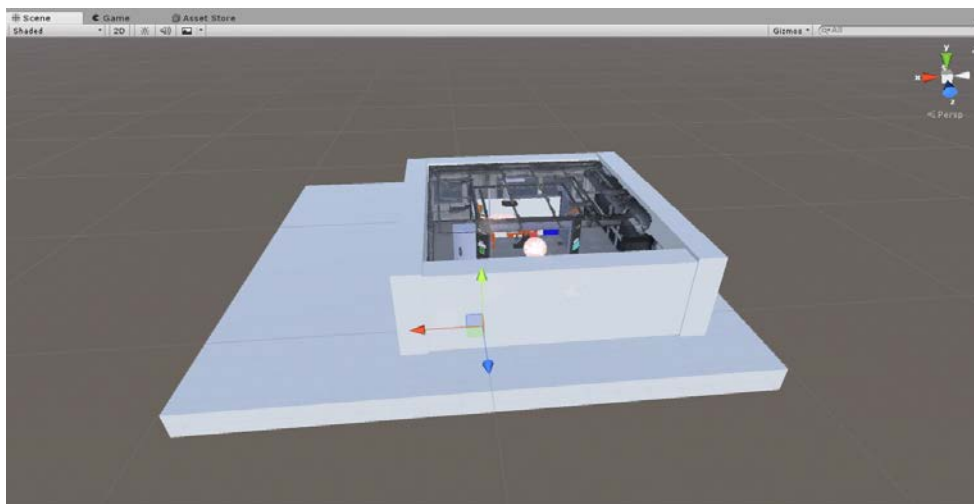


KUVA 45. Project välilehti ja tuodut kansiot sekä robottisolu

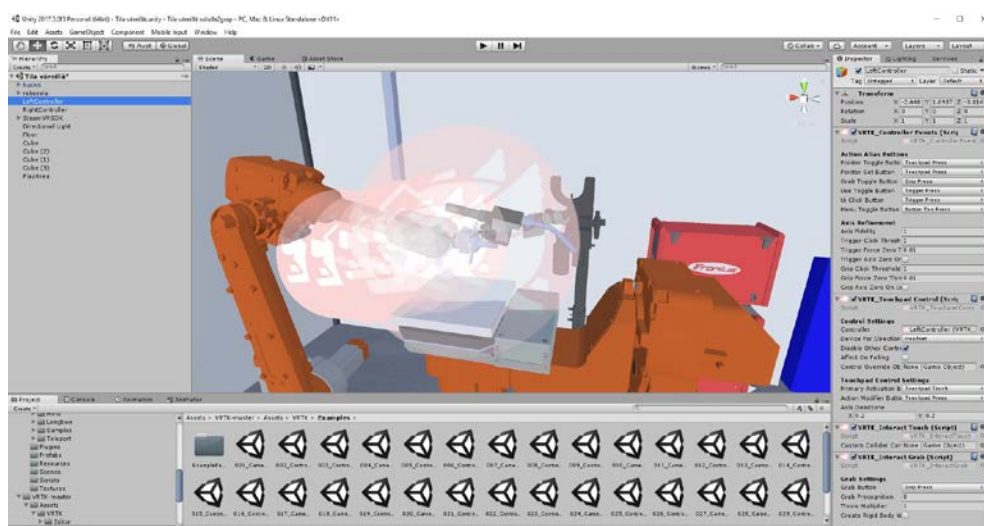


KUVA 46. Robottisolun fbx muutos 3Ds Max:ssa

Käännä skannattu tila -90 asetta X-suunnassa. Luo skannatulle tilalle pohja painamalla Hierarchy välilehden "Create" painiketta ja alalehdeltä valitse "3D-object -> Cube". Mene Inspector välilehdeltä asettamaan alustalle keskipisteeksi (X, Y, Z) = (0, 0, 0) ja mitoitte pohja vapaasti skannattua tilaa suuremmaksi. Liikuta skannattu tila pohjan päälle haluttuun kohtaan. Valitse skannatun tilan objekti Hierarchy välilehdeltä ja paina "Add Component" painikkeetta Inspector välilehdellä. Lisää Box Collider ja VRTK_SDK Manager. Tämän jälkeen vedä robottisolun fbx-tiedosto tilaan ja aseta haluttuun kohtaan. Seuraavaksi aseta koodit työhön. Aloita luomalla uusi alaobjekti painamalla Hierarchy välilehden painikkeella "Create -> Empty Child". Anna nimeksi SteamVRSDK. Mene Projekti välilehdellä kansioon "SteamVR -> Prefab" ja raahaa SteamVRSDK:hon "CameraRig prefab" ja "SteamVR prefab". Valitse SteamVRSDK:n ja Inspector välilehdellä paina Add Component ja lisää VRTK_SDK Setup. Valitse VRTK_SDK Setup koodiin SDK Setup asetukseksi "SteamVR". Mene VRTK_SDK Manager koodin Inspector välilehden tietoihin ja paina "Auto Populate". Luo kaksi "Empty Child" objektia Hierarchy välilehdelle ja anna nimiksi LeftController ja RightController. Valitse "LeftController" ja "RightController" objektit ja "Add Component" painikkeella lisää koodit: VRTK_Touchpad Control, VRTK_Controller Events, VRTK_Interact Touch sekä VRTK_Interact Grab (kuva 47).

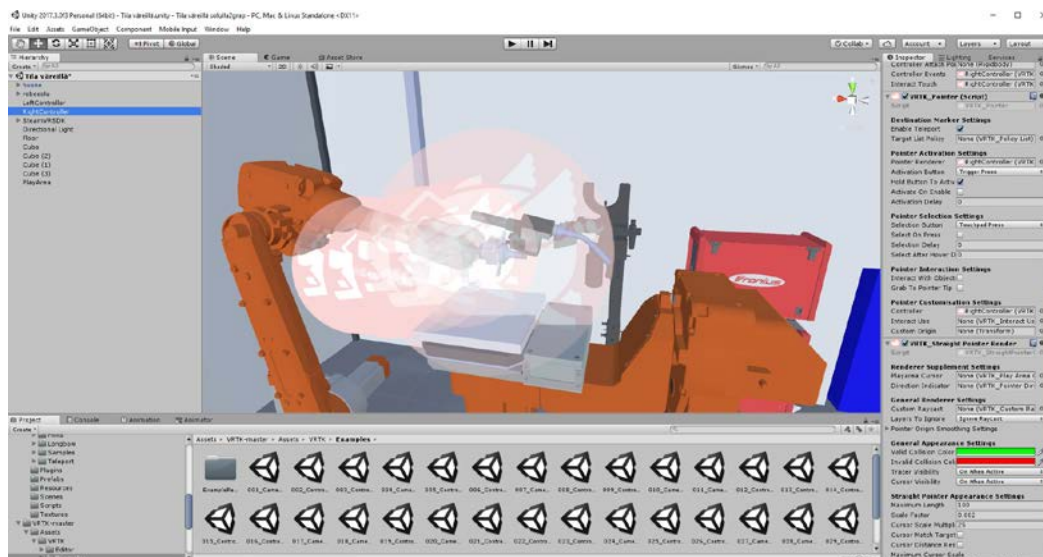


KUVA 47. Pohja, seinät ja tila aseteltuna

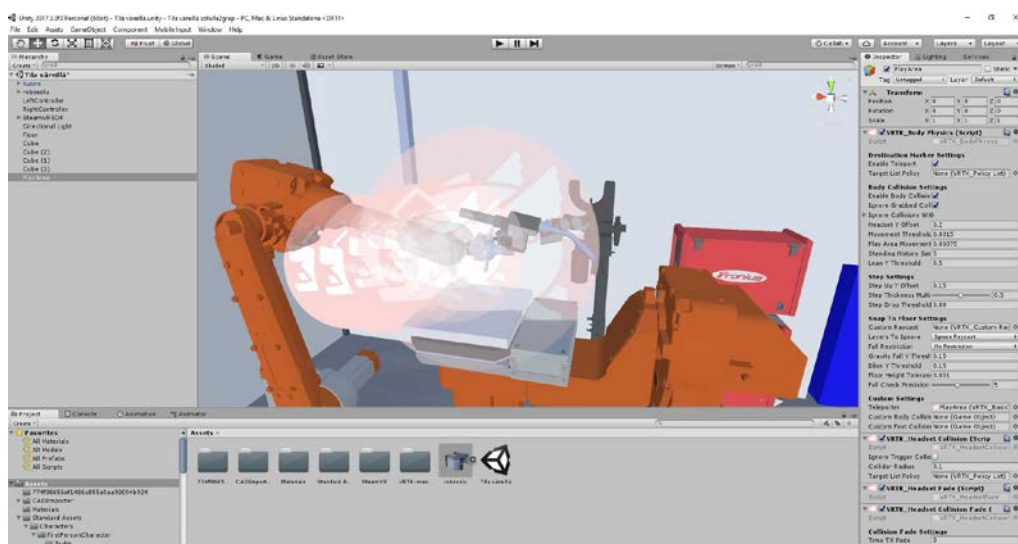


KUVA 48. Ohjaimien koodit

Valitse erikseen "RightController" ja lisää myös koodit: VRTK_Pointer ja VRTK_StraighPointer (kuva 48). Tee seuraavat molemmille ohjain objektille: vedä kyseisen ohjaimen objekti "TouchPad Control" koodin "Controller" kohtaan ja "Interact Touch" koodi "Interact Grab" koodin kohtaan "Interact Touch". Vedä kummankin koodin "Object Control Script" kohtaan "LeftController" objekti. Pointterin aktivoimiseksi aseta VRTK_Pointer koodiin aktivointi painikkeeksi "Trigger Press" ja vedä "Controller" kohtaan "RightController" objekti. Luo uusi objekti Hierachy välilehdelle nimellä PlayArea ja lisää koodit VRTK_BasicTeleport, VRTK_HeadsetCollision, VRTK_HeadsetFade, VRTK_HeadsetCollisionFade ja VRTK_PositionRewind (kuva 49; kuva 50).

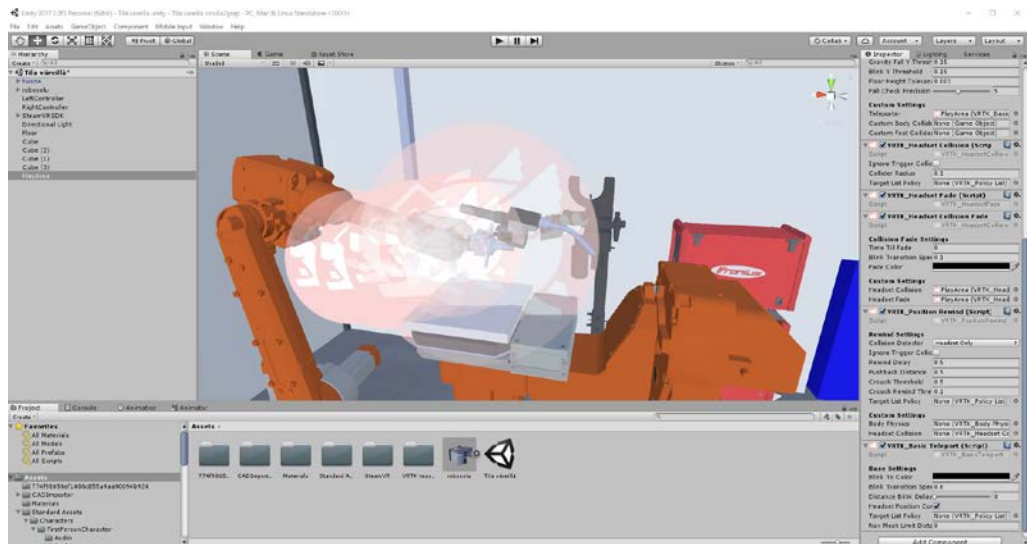


KIVA 49. Pointterin koodit

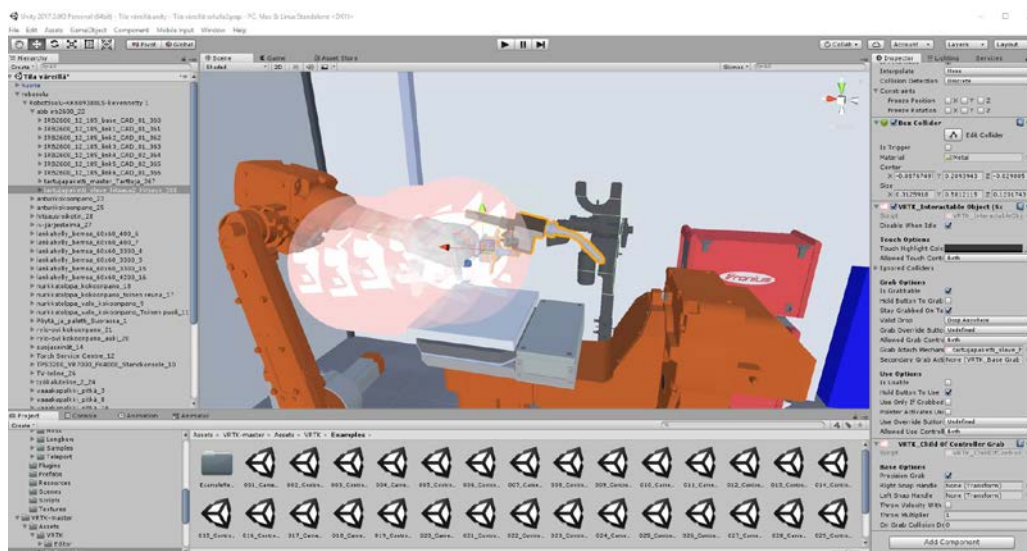


KIVA 50. PlayArea koodit

Valitse Hierarchy välilehdeltä robottisolun alaluettelosta vuorotellen tarttujat sekä hitsit ja tee seuraavat muutokset: Lisää "Add Component" painiketta käyttäen Rigidbody, Box Collider, VRTK_InteractiveObject ja VRTK_ChildOfController (kuva 51). Sääda Box Collider "Edit Collider" painiketta käyttämällä ja manuaalisesti säätäen koko objektin kokoiseksi. Lisää Hierarchy välilehdeltä kyseisen objektin "Interactive Object" koodin kohtaan "Grap Attach Mechanism" sekä muuta Touch Highlight Color halutuksi (kuva 52). Lisää kääntöpöydälle "Add Component" painiketta käyttäen Box Collider ja sääda se kääntöpöydän kokoiseksi. Valitse "File" ja tallenna kohtaus sekä projekti. Mene "File" valikkoon ja paina "Build & Run" ja kokeile sovelluksen toimintaa VR-laseilla (kuva 53; kuva 54; kuva 55; kuva 56).



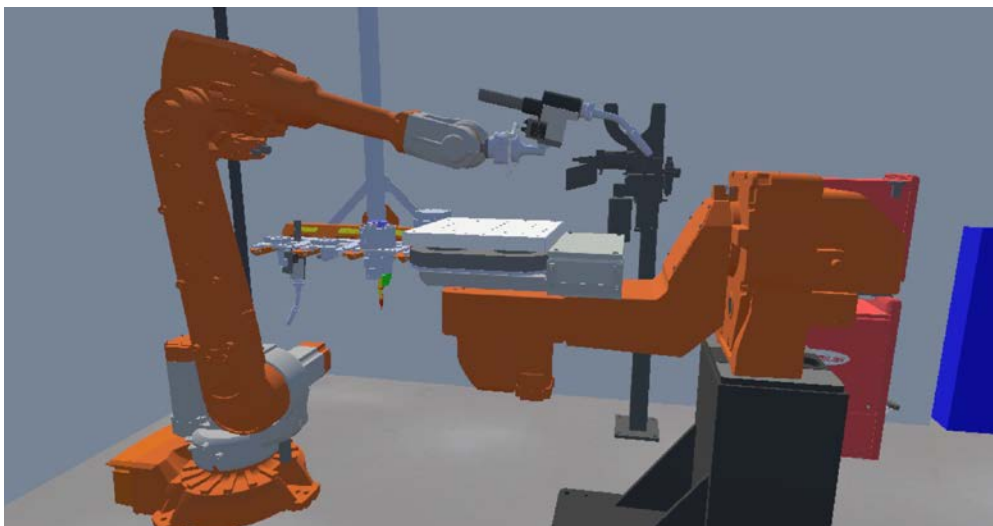
KUVA 51. PlayArea koodit



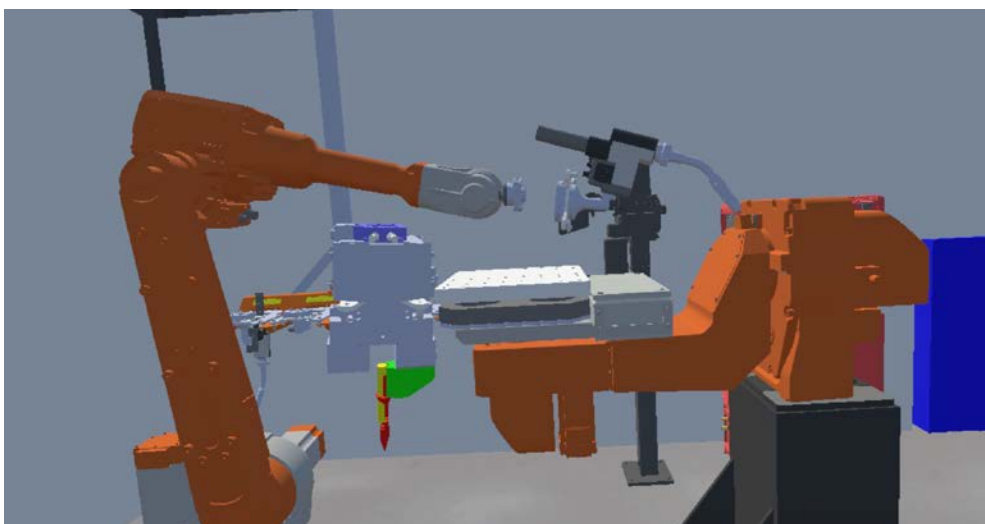
KUVA 52. Siirrettävien kappaleiden koodit



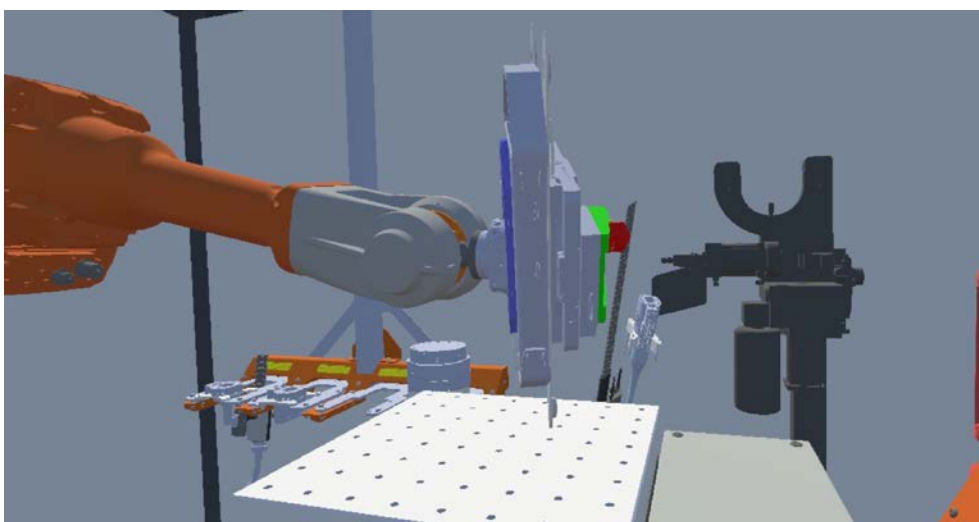
KUVA 53. Robottisolu skannatussa tilassa



KUVA 54. Robotti järjestelmä



KUVA 55. Hitsi irrotettuna robotista



KUVA 56. 2-sormitarttuja vaihdettuna hitsin tilalle robottiin

9 POHDINTA

Työn suurimmat haasteet olivat HoloLensien sovelluksen kehittämisessä, jossa tuli useampaan kertaan vaikeuksia koodien toiminnan sekä CAD-tiedostojen suuren koon aiheuttamien yhteensopivuus ongelmien kanssa. Koska Unity ei pystynyt käsittelemään kunnolla isoja tiedostoja eikä sovelluksia saatu upotettua HoloLenseihin niiden erittäin pienen prosessointitehon vuoksi, vaikuttaisi, että Unitya ei voi suositella käytettäväksi HoloLens CAD-mallinnuksia esittelevien applikaatioiden kehittämiseen. Tähän tarkoitukseen on luotu sovelluksia, jolla saadaan suoraan isoja CAD-mallinnuksia sekä niiden animaatioita HoloLenseille käytettäväksi. Unity soveltuu ainoastaan pienten objektien käsittelyyn HoloLenseillä. CAD-mallinnuksia sisältävien applikaatioiden lataaminen Visual Studiolla Wi-Fi yhteyttä käyttäen hävittää tiedonsiirrossa dataa, jolloin kuva HoloLenseillä saattaa rätistä ja nykiä. Tämän vuoksi applikaatiot kannattaa ladata HoloLenseihin USB-kaapelia käyttäen, jolloin tiedonsiirrossa ei pääse häviämään dataa ja applikaatio toimii sulavasti.

Koska Unity ei pysty prosessoimaan kunnolla isoja tiedostoja edes fbx-muotoisena pelitietona, saattaa Unity kaatua suurimmalla osalla yrityskerroista. Tiedoston lisääminen vaatii suurta graafista prosessointitehoa sekä ohjelmalta että tietokoneelta, joten tiedosto saattaa latautua Unityyn satunnaisesti.

Työ vaati erittäin paljon pohtimista, mitä voisi tehdä ja kuinka vaadittavat asiat tehdään pelimootorilla. Koska työtä aloittaessa ei ollut ohjelmointi taustaa, täytyi työ aloittaa opettelemalla C# ohjelmointikieltä, jotta ymmärtäisi kuinka valmiit koodipaketit toimivat. Kesken työtä ohjaajalta tuli lisää ajatuksia mitä ohjelmiin voisi luoda ja työn edetessä pohdittiin mihin suuntaan työtä kannattaa lähteä kehittämään. Kun robottisolua ei aluksi saatu upotettua Unityyn, siirryttiin kehittämään lähinnä HoloLenssien objektien käsittelyä. Kuitenkin, kun myöhemmin useiden yritysten jälkeen robottisolun upottaminen onnistui fbx-tiedostona Unityyn, päätettiin lähteä kehittämään myös VR-maailmaa toimivaksi kokonaisuudeksi. VR-maailman luomisen suurimpana ongelmana oli kappaleitten skaalautuminen kappaleita käännettäessä (kuva 56). Skaalautumisen estäminen ei onnistunut millään säädöllä tai asetusmuutoksilla.

Työn tuloksena saatiin luotua VR-ympäristö, jossa skannatussa tilassa voidaan liikkua sekä vaihtaa robottisolun robotille tarttuvia ja hitsauspillejä. AR-ympäristöksi saatiin luotua HoloLenseille applikaatio, jossa voidaan siirtää robottisolun telineestä tarttuvia ja hitsauspilli todellisessa maailmassa robotille. AR-sovelluksessa kappaleita voidaan myös kääntää ja muuttaa niiden kokoa.

Työtä voidaan jatkokehittää tulevaisuudessa lisäämällä uusia komponentteja VR-projektiin sekä lisätä erilaisia ohjauksia ja kappaleen käsittelyitä. VR-projektiin voidaan lisätä myös robottisolulle animaatioita. AR-projektia voidaan jatkossa kehittää keksimällä uusi menetelmä, jolla saada komponentteja pienempinä ja toimivampina tiedostoina Unityyn.

LÄHTEET

3D-VR-360 Videos. 2016. VR Acrophobia? 3D Jump from Mountain VR [Google Cardboard VR Box 360] Virtual Reality Video 3D SBS.

<https://www.youtube.com/watch?v=IGZ3dtf--Ns>

Azuma, R. T. 1997. A survey of augmented reality, 2. Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355-385

<https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Azuma, R. T. Baillot, Y. Behringer, R. Feiner, S. K. Julier, S. MacIntyre, B. 2001. Recent advances in augmented reality, 1. IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6):34–47, Nov./Dec. 2001.

<https://www.cc.gatech.edu/~blair/papers/ARsurveyCGA.pdf>

Coates, G. 1992. Program from Invisible Site—a virtual sho, a multimedia performance work. George Coates Performance Works, San Francisco, CA, March, 1992.

Fortune. Samit, J. 2017. 4 Ways Augmented Reality Could Change Corporate Training Forever. Luettu 6.3.2018.

<http://fortune.com/2017/07/22/augmented-reality-corporate-training/>

Microsoft. Hodgson, S. 2018. Mixed Reality Toolkit.

<https://github.com/Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity/releases>

Microsoft. 2018.

<https://www.microsoft.com/fi-fi/hololens>

Milgram, P. Kishino F. 1994. A Taxonomy Of Mixed Reality Visual Displays, 2-4. IEICE Transactions on Information Systems, Vol E77-D, No.12 December 1994.

<https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram IEICE 1994.pdf>

Pampas93. 2017. Rotate Scale Hololens.

https://github.com/pampas93/RotateScale_Hololens

Reality Technologies. 2016. <http://www.realitytechnologies.com>

Softability Group Oy. 2017. Lisätyn todellisuuden hyödyt ja haasteet yrityksille. Luettu 1.2018.

<https://www.epressi.com/tiedotteet/tyoelama/lisatyn-todellisuuden-hyodyt-ja-haasteet-yrityksille.html>

Steuer, J. 1993. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence, 5. Journal of Communication, 4(24) (Autumn, 1992), 73-93.

<http://papers.cumincad.org/data/works/att/27eb.content.pdf>

Tieteen Kuvalehti. Arvanaghi, B., Skytt, L. 2016. Luettu 1.2018.

<http://tieku.fi/teknologia/vempaimet/virtuaalitodellisuus>

Unity Technologies. 2018.

<https://unity3d.com/>

VRTK. 2018. VR Toolkit.
<https://vrtoolkit.readme.io/>

van Krevelen, D.W.F. Poelman, R. 2010. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations, 3-4. The International Journal of Virtual Reality, 2010, 9(2): 1-20
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.454.8190&rep=rep1&type=pdf>

LIITTEET

Liite 1. Vaihekaavio Unity projektin teosta

Unity projektin teko

Vaiheet saada hyvä projekti valmiiksi

